

ZUR NAEHERN KENNTNISS DES GENERATIONSWECHSELS.

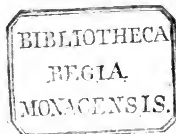
BEOBACHTUNGEN UND SCHLÜSSE

VON

J. VICTOR CARUS.

MIT ZWEI LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG 1849.
VERLAG VON WILH. ENGELMANN.



Das Sein wird in seinem Umfang und inneren Sein vollständig erst als ein Gewordenes erkannt.

A. v. Humboldt im Kosmos.

MEINEM THEUERN LEHRER

HERRN

CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR IN DORPAT

GEWIDMET.

EINLEITUNG.

Im Jahre 1842 veröffentlichte Joh. Jap. Sm. Steenstrup ein Schriftchen über eine eigenthümliche Form der Brutpflege in den niedern Thierklassen, welche er Generationswechsel nennt, und erregte durch diese Entdeckung die höchste Aufmerksamkeit aller Naturforscher. Er stellte seine Untersuchungen an Medusen, Salpen, Polypen und Trematoden an. Ob ich nun gleich weit davon entfernt bin, ihm die Ehre dieser Entdeckung absprechen zu wollen, so kann ich doch nicht umhin, auf einen Schriftsteller zu verweisen, welcher schon 15 Jahre früher die Idee und den ganzen Hergang des Generationswechsels bei Gelegenheit einer Beschreibung der Entwickelung der Zerkarien deutlich aussprach. K. E. v. Bär sagt in seinen Beiträgen zur Kenntniss der niedern Thiere (Nov. Act. Acad. Leop. Carol. nat. cur. tom. XIII. Ps. II. p. 647): „In höhern Organismen muss „durch die Befruchtung die Herrschaft der Individualität erst „besonders aufgehoben werden und die Keime sind zusammen„gesetzter, und die Organe, in denen diese letztern zusammen„gesetzten Keime, Eier genannt, sich bilden, heissen Eierstöcke. „Sie interessiren uns hier nicht. Aber die niedern Formen, wo „wahre Keimkörner, oder Keime von Thierstoff umgeben, sind „und die man Keimstöcke nennen muss, fassen wir näher „in's Auge."

„Der Keimstock selbst ist eine Isolirung aus der Körpermasse „des Organismus. Wenn nun die Erfahrung lehren sollte, dass „der ganze Keimstock für sich mehr oder weniger Spuren eines „individuellen Lebens zeigt, so dürften wir nicht anstehen, hier „eine infusorische Zeugung dritten Grades zu erkennen. Wie „nämlich das Infusorium zum Grundschleim sich verhält, so „verhält sich der Keimstok zum ganzen Körper und so das Keim-„korn zum Keimstock. Der Keimstock kann dann im Verhält-„niss seiner Selbstbeziehung mehr oder weniger vorgeschritten „sein, während er immer den enthaltenen Keimen als Grund-„schleim dient. Bei geringerer Individualität ist er mehr Theil „des Ganzen, bei grösserer mehr selbstständiger Organismus.“

Und pag. 650: „Insofern ein Keimstock bis zum selbst-„ständigen Leben gestiegen ist, kann er auch als selbststän-„diges Thier betrachtet und in der Reihe der Thiere mit auf-„gezählt werden. Insofern sind die Thiere, die seine „Entwickelung erzeugt, seine Brut; aber seine Brut „ist ihm eine heterogene. Es sind Schmarotzer, die „er ernährt, deren Entwickelung seinen Untergang nothwendig „erzeugt; allein diese Schmarotzer sind nicht durch „Abweichung seines Lebensprozesses entstanden, „sondern von Anfang an stand er als Keimstock in „der Bestimmung oder Nothwendigkeit, sie zu ent-„wickeln.“ Derselbe Forscher also, dem die Lehre von der Entwickelungsgeschichte so unendlich Viel verdankt, der zuerst die Idee der typischen Entwickelung auffasste, ahnte schon damals das Vorhandensein einer unterbrochnen Entwickelungsreihe, wenngleich noch umfangen von dem Nebel einer generatio heterogenea. Nimmt man zu diesen Beobachtungen v. Bär's über den Bojan'schen gelben Wurm noch die Untersuchungen v. Siebold's über das infusorienartige Junge des Monostomum mutabile, welches einen Binnenwurm von der Gestalt und den

Bewegungen des Bojan'schen Wurms beherbergt (Wiegm. Arch. I. 1835. I. p. 84.), sowie die Beobachtungen über das infusorienartige Junge des Distomum nodulosum von Nordmann und Creplin (Ersch und Gruber Encycl. 29. Thl. p. 324) und des Distomum cygnoides von Dujardin (Ann. d. sc. nat. II Sér. tom. VIII. 1838. p. 304) und Miescher (Bericht über die Naturforscherversammlung in Basel 1840. p. 39); bedenkt man ferner, dass schon 1819 Ad. v. Chamisso die Erscheinungen des Generationswechsels bei den Salpen beschrieb (De animalibus quibusdam e classe Vermium Linn. p. 2) und dass zur Aufklärung der Entwickelung der Polypen und Medusen durch Sars's und v. Siebold's (1835: Beskrivelser og Jagttagelser etc. und 1839: Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere) Arbeiten sehr viel vorbereitet war, ja dass Sars in Wiegm. Arch. 1841. p. 29. geradezu erklärt, dass die Medusen und Salpen darin übereinkämen, dass sich nicht die Larven, sondern deren Brut zu dem vollkommnen Thiere verwandle, dass nicht das Individuum, sondern die Generation sich metamorphosire; — so bedurfte es nur eines glücklichen Griffs in die Wässer von Sorö, um eine der kostbarsten Entdeckungen, welche seit langer Zeit in der Schöpfungsgeschichte gemacht wurde, vom Stapel laufen zu lassen.

Dies ihre Geschichte. Jedoch ist sie noch keineswegs geschlossen. Es fehlen noch Aufschlüsse über ihr Verhältniss zur Differenzirung des Thieres, an welchem der Generationswechsel Statt hat, wie zur Differenzirungsreihe der gesammten organischen Schöpfung. Ueber Beides meine Meinungen und Beobachtungen mitzutheilen, ist der Zweck vorliegenden Schriftchens, dessen Entwickelungsgeschichte kurz folgende ist. Vom Herbst 1844 bis Ostern 1846 hatte ich das Glück, in Carl Bogislaus Reichert's Nähe zu leben und von ihm in die Tiefen der Schöpfungs- und Entwickelungsgeschichte eingeführt

zu werden. So unvergesslich mir nun die Zeit seines nähern Umgangs bleiben wird, so tief hat sich das, was ich bei ihm gesehen und gehört, in's Gedächtniss eingeschrieben. Und wenn ich es jetzt, von ihm dazu ermuntert, unternehme, das grosse Werk der Schöpfungsgeschichte in seinem Geiste weiter zu bebauen, so geschieht es wahrlich nicht in der eitlen Ueberhebung, es ihm gleich machen zu wollen, sondern in der frohen Ueberzeugung, dass ihm vielleicht die folgenden Untersuchungen als Beweis meiner unendlichen Dankbarkeit nicht ganz unlieb sein werden.

Was nun die Arbeit selbst anlangt, so ersuche ich den Leser, um den Standpunkt, von dem aus der Gegenstand aufgefasst wurde, kennen zu lernen, die ersten 44 Seiten aus Reichert's Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung im Allgemeinen u. s. w. Dorpat 1845. vorher durchzulesen, und dann, wie mit dem ganzen Schriftchen, so besonders mit den beigegebenen Tafeln Nachsicht zu haben, da ich leider nicht des Griffels Meister bin, ich aber gern die Steenstrup'schen Abbildungen, die, so sehr sie auch mit meinen übereinstimmen, doch in manchen Stücken nicht richtig und unzureichend sind, durch Originalzeichnungen zu ersetzen wünschte und mir über die Aphiden gar keine Abbildungen vorlagen.

Leipzig, im December 1848.

I.

Entwickelung des Distomum tardum.

(Tafel I.)

Untersucht man in den Monaten Mai, Juni und Juli den freien Mantelrand, die innere Fläche der Respirationshöhle, die Oberfläche der Leber und des Darmkanals von Planorbis corneus und Limnaeus stagnalis, so fallen bald kleinere und grössere granulirte Körper von runder, birnförmiger oder etwas unregelmässiger Gestalt in's Auge, die sich, obgleich viel heller, als die zahlreichen Pigmentmoleküle, doch sehr scharf vom übrigen Parenchym auszeichnen. Die kleinsten, die ich beobachtete, hatten eine Grösse von 0,0078 Par. Lin. (Fig. 1.) Sie bestehen aus einer structurlosen Membran, einem ziemlich dünnflüssigen Inhalte und aus in letzterem schwimmenden, den in den Nahrungsdotterzellen des Vogeleies enthaltenen ähnlichen Körperchen nebst Molekularkörperchen. Mit vorschreitender Jahreszeit werden die kleineren dieser zellenartigen Körper immer seltener, man bemerkt nur noch wenige von 0,024 Par. Lin. Grösse (Fig. 3.). Sie sind jetzt eiförmig, länglich und werden allmälig etwas dunkler und mehr walzenförmig. Der Inhalt besteht aber noch aus den bezeichneten Elementen, nur dass sich in demselben einzelne grössere dunkler conturirte Körperchen zeigen, welche übrigens auch durch Berührung des Wassers mit der organischen Substanz entstanden sein können, da sie in den grössern und spätern Entwickelungsstufen dieser

Körper fehlen. Zur Untersuchung des Inhalts wurde nämlich die Membran mit einer Nadel fein geritzt und der Inhalt beim Ausfliessen beobachtet, wobei gar kein Druck angewendet wurde. Setzt man die Inhaltskörperchen einem starken Drucke aus, so verändern sie ihre Form, werden länglich und lassen sich auch wohl theilen, wie die Tropfen eines sehr zähflüssigen Fluidum, besitzen also auch keine Membran.

Haben die Körper eine Grösse von 0,076 Par. Lin. erreicht (Fig. 5.), so bemerkt man, dass sich einzelne Theile ihres Inhalts zu Gruppen vereinigen, welche jedoch anfänglich durch keine Membran von einander geschieden zu sein scheinen (wenigstens war es mir in diesem Zustande nicht möglich, Membranen an den Inhaltsportionen nachzuweisen; der Inhalt zerfloss auf die angegebene Art). Der ganze Körper erhält dadurch ein fleckiges von unregelmässigen dunkleren und helleren Linien durchzognes Ansehen. Die Membran ist vollkommen glatt und durchsichtig und lässt an keinem Punkte irgend eine Verdickung oder Ausstülpung oder etwas einer Organanlage Aehnliches erkennen. Das Zerfallen des Inhalts in einzelne Gruppen wird immer auffallender und allmälig kann man an denselben die Membran in dem optischen Ausdruck einer feinen aber sehr scharfen Linie erkennen (Fig. 6.) und durch Druck und Endosmose nachweisen. Jedoch geht nicht der ganze Inhalt in der Bildung neuer Körper auf, sondern es bleibt ein Theil zwischen denselben zerstreut übrig, welcher mit der Entwickelung der Brut abnimmt. [1]) Diese Inhaltsportionen entwickeln sich nun zu Z e r k a r i e n (siehe unten). Was die Membran der Ammen, denn als solche haben wir die ursprünglichen Körper kennen gelernt, anlangt, so war es mir interessant, zu erfahren, ob sich wirklich eine Art Saugnapf und ein von demselben aus-

1) v. S i e b o l d in B u r d a c h ' s Physiologie. 2. Aufl. II. S. 189.

gehender kurzer Blinddarm nachweisen liesse, wie ihn Steenstrup [1]) gegen v. Siebold [2]) beschreibt und auf seiner dritten Tafel Fig. 1^a—1^d abbildet. Mir ist es aber niemals gelungen, etwas dem Aehnliches zu sehen, obgleich ich dieselbe Species vor mir hatte, wie Steenstrup, nämlich Cercaria armata v. Siebold's. An manchen jüngern Ammen von der Grösse meiner vierten Figur (ungefähr 0,035 Par. Lin.) erschien allerdings das eine Ende etwas abgeplattet, aber durchaus nicht constant, im Gegentheil nur selten und an grösseren fehlte eine solche Andeutung stets. Das beste Verfahren, die Natur der Wände der Ammen genau kennen zu lernen, schien mir, ältere Ammen zu beobachten, in welchen die lebhaft umherkriechenden Zerkarien allmälig die ganze Ausdehnung der Ammenwand bestrichen und so die vollkommen homogene Structur derselben zeigten. Bei einer einzigen Amme (Fig. 7.) schien mir das eine Ende etwas aufgewulstet, auch war die Membranencontur an dieser Stelle nicht zu verfolgen. Da ich aber dies Verhalten nur ein einziges Mal beobachtet habe, und ich nicht sah, dass sich die Amme dieser Stelle als Haftorgans oder dgl. bediente, überhaupt sich die Stelle ganz passiv verhielt, so kann ich es nur einer Verletzung zuschreiben. Ebensowenig konnte ich eine natürliche Oeffnung zum Austritt der Zerkarien finden. [3]) Da ich die Geburt der Zerkarien häufig unter dem Mikroskop gesehen und beobachtet habe, möchte ich sie folgendermassen beschreiben: Nachdem die Zerkarie längere Zeit, oft stundenlang an der innern Oberfläche der Amme umhergekrochen ist, bleibt sie an einem, meist einem Ende nahe liegenden Punkte fest hängen, bohrt mit Hülfe ihres Stachels ein kleines Loch,

1) Ueber den Generationswechsel u. s. w. pag. 88.
2) a. a. O. pag. 187.
3) Steenstrup a. a. O. p. 91.

welches sie durch Bewegungen des Körpers zu vergrössern sucht und schlüpft endlich durch, gewöhnlich etwas von dem nächstliegenden Inhalte mit sich herausreissend.[1]) Die jüngern Zerkarien kriechen dann mit den ihnen eignen spannenden Bewegungen so lange herum, bis sie diese Oeffnung gefunden haben und verlassen gleichfalls durch dieselbe ihre Amme. Sind alle Zerkarien ausgekrochen, was oft sehr lange dauert, da sie sich nie gleichmässig entwickeln, so verschwindet die ammende Hülle, indem sie zerfällt. Als einen besondern Fall erwähne ich noch, dass ich einmal innerhalb einer grössern Amme eine kleinere mit vier Zerkarienkeimen angetroffen habe.[2])

Was die Belebtheit der Ammen anlangt, so habe ich ebensowenig als v. Siebold[3]) irgend eine Bewegung an ihnen wahrnehmen können (wenigstens an den Ammen der Cercaria armata), indem jede Bewegung nur durch die innerhalb derselben sich tummelnden Zerkarien hervorgebracht wurde und sie auch auf mechanische Reize kein Zeichen einer Belebtheit erkennen liessen. Sie stehen daher wohl auf gleicher Stufe in in der Entwickelungsreihe des Distomum, wie der Bojan'sche Wurm, ihre Selbstbeziehung ist aber weniger vorgeschritten, sie stellen nur einen ammenden Schlauch, keinen selbstständigen Organismus dar.

Die Entwickelung der Zerkarienkeime erfolgt nun auf folgende Weise:

Die innerhalb der Ammen sich mit einer Membran umgebenden Inhaltsportionen derselben sind anfangs ziemlich regelmässig kreisrund, scharf granulirt und etwas dunkler als die spätern Entwickelungsstufen, da die in ihnen enthaltnen Körn-

1) vergl. Fig. 7.
2) vergl. die Beobachtung von v. Siebold a. a. O. p. 190.
3) a. a. O. p. 187.

chen grösser und etwas breiter conturirt erscheinen, als die durch Theilung derselben entstandnen Inhaltskörnchen der grössern Keime. Diese Theilung erstreckt sich aber nur auf die einzelnen Körnchen, ist nicht an allen gleichzeitig wahrzunehmen und hat nicht die Bedeutung einer Furchung, da weder der ganze Keim als solcher, noch eine bestimmte Stelle desselben als Keimanlage oder dergl. in die Theilung eingeht, sondern sie bezieht sich nur auf die Vergrösserung des einfachen Keimes. Die Contur der kleinsten isolirt zu beobachtenden Keime (Fig. 8.) von 0,0025 Par. Lin. Grösse ist noch nicht eben, sondern wird mehr von den Conturen der einzelnen den Keim constituirenden Körnchen gebildet, da die dieselben bindende Flüssigkeit noch nicht in solcher Menge vorhanden ist, dass die Membran davon ausgespannt wird. Dies tritt erst mit der allmäligen Vergrösserung der Keime ein, wobei dieselben aus der kreisrunden in eine länglich-eiförmige Gestalt übergehen (Fig. 9, 10, 11.). Bis jetzt ist von einzelnen Organen noch nichts wahrzunehmen und erst wenn die Keime eine Grösse von 0,045 P. L. erreicht haben, ist an ihnen die Andeutung des vordern endständigen Saugnapfes zu bemerken. Vielleicht hat auch gleichzeitig die Anlage des Bauchnapfes statt; da aber die Keime in der Mitte weniger durchsichtig sind, als an ihrer Peripherie, wo der Mundnapf erscheint, kann man sich von der Anwesenheit des erstern erst dann überzeugen, wenn letzterer schon scharf conturirt erscheint. Derselbe tritt zuerst auf als zwei parallel verlaufende punktirte Linien, welche mehr als die Hälfte eines Kreises umschreibend an ihren Endpunkten in die Contur der Leibeswand der Zerkarie übergehen. Allmälig werden diese punktirten Linien schärfer gezeichnet und geben dem Keime das Ansehen, als ob ein schmales Band um sein eines Ende geschlungen wäre. Auf dieselbe Weise, nur wie bemerkt später und weniger deutlich, tritt der Bauch-

napf ziemlich in der Mitte des Keimes in die Erscheinung, nur dass seine beiden Conturen zwei vollständige concentrische Kreise bilden. Die Structurverhältnisse der Saugnäpfe sind um diese Zeit noch nicht zu beobachten, da ihre Masse noch denselben körnigen Bau zeigt, wie der ganze Keim.

Die nächste auffällige Veränderung an den Zerkarienkeimen ist nun das Hervorwachsen des Schwanzes. Er erscheint anfangs als eine stumpfe Verlängerung an dem einen Ende des Keimes, ist ungefähr ein Viertelmal so breit, als der Keim in seiner Mitte und bei seinem ersten Auftreten noch nicht durch eine Einschnürung an seiner Wurzel vom Körper getrennt. Diese tritt erst allmälig ein (Fig. 12.); jedoch konnte ich sie nicht immer so beobachten, wie die angezogne Figur es darstellt. Vielmehr war es der häufigere Fall, dass der Schwanz nicht genau an dem einen Ende des Keimes hervorwuchs, sondern auf der Bauchfläche desselben, jedoch stets in der nächsten Nähe des dem Mundnapfe entgegenstehenden Endes, wie es auch v. Bär vom Distomum duplicatum beschrieben und abgebildet hat.[1]) (Ich erwähne dies besonders, da v. Nordmann am Diplostomum volvens während der Entwickelung einen schwanzartigen Anhang auf der Rückenfläche dieser nach Steenstrup vollkommen ausgewachsenen Trematodenform beschreibt und abbildet,[2]) in welchen sich der gablige Darmkanal fortsetzt, und wodurch der Wurm etwas sehr Zerkarienartiges in seinem Aeussern erhält.) Der Schwanz unsrer Zerkarie schnürt sich nun allmälig so weit ab, dass er nur noch mit der Hälfte seiner Breite mit dem Leibe in Zusammenhang steht. In seinem Innern sieht man eine Höhlung entstehen, die als

1) Beiträge zur Kenntniss der niedern Thiere a. a. O. p. 569.

2) Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere. 1. Heft. pag. 35 und Tafel III. Fig. 3.

Kanal seine ganze Länge durchläuft und in seinem stumpfen Ende blind aufhört. Das obere Ende des Schwanzes hängt durch diesen Kanal mit einem kleinen blasenförmigen Organ des Leibes zusammen, das aber, wenigstens anfangs, sicher von dem hintern kurz-gabelförmigen Auswurfsorgan getrennt ist.

Die Grössenverhältnisse einer Zerkarie und ihres Schwanzes, wie Fig. 13., sind ungefähr folgende: Länge 0,05 P. L., Breite 0,03 P. L., Länge des Schwanzes 0,03 P. L., Breite des Schwanzes 0,003 P. L. Bei ruhiger Lage der Zerkarie ist die Haut des Schwanzes stark gerunzelt und der Kanal den Runzeln entsprechend varikös. Diese verschwinden bei starker Ausdehnung des Schwanzes gänzlich, besonders wenn die zusammengezogne Zerkarie Anstrengungen macht, den Schwanz fortzuschleudern,[1]) wobei sich die Grössenverhältnisse folgendermassen verändern, nach der obern Reihenfolge: 0,029, 0,036, 0,075, 0,002 P. L. Der Schwanzkanal wird dabei so eng, dass man nur eine Linie zu unterscheiden vermag (Fig. 14.).

Im Innern der Zerkarie sieht man ferner bald nach erfolgter Bildung der Saugnäpfe den Darmkanal und das oben beregte Auswurfsorgan sich bilden. Zunächst hinter dem Mundnapfe und zu beiden Seiten des Bauchnapfes häufen sich grössere Körnchen an, stossen zusammen und bilden so einen blinden, zuerst quer zwischen beiden Saugnäpfen liegenden Kanal, in dessen Mitte nach einiger Zeit ein kurzer gerade nach dem Mundnapf aufsteigender Theil entsteht, während die seitlichen Enden sich um den Bauchnapf biegend an den Seiten desselben anfangs bis in die Mitte des Leibes, allmälig aber bis an das entgegengesetzte Schwanzende herunterreichen. Dies ist der Darmkanal (Fig. 13. a. und 16.). Zwischen dem Schwanzende und dem Bauchnapfe hingegen entsteht auf gleiche Weise durch

---

1) Steenstrup, a. a. O. p. 80.

Zusammenstossen von Keimkörnchen [1]) ein anfangs paarig erscheinendes Organ, dessen seitliche Hälften aber bald verschmelzen und einen unpaarigen etwas gewundenen Gang nach dem Schwanzende hinschicken (Fig. 13. b. und Fig. 16.). Bevor dieser letzere jedoch in die Erscheinung tritt, sieht man an der Stelle wo sich der Schwanz inserirt, eine kleine blasenförmige Erweiterung im Innern der Zerkarie, die mit dem Schwanzkanal unmittelbar zusammenzuhängen scheint (Fig. 13. c.). Dieses kleine Organ entzieht sich durch den darüber liegenden Ausführungsgang dem Auge; ich glaube jedoch nicht, dass es zur Bildung des Auswurfsorganes benutzt wird; denn einmal entsteht es unabhängig von demselben, gleich anfangs mit dem Schwanzkanal zusammenhängend, und dann reicht das Auswurfsorgan gerade bis an das Schwanzende herunter, während der Schwanz oberhalb dessen mehr an der Bauchfläche inserirt ist. Dies Verhalten wird besonders deutlich bei Beobachtung der Zerkarien, welche ihren Schwanz behufs der Verpuppung abgeworfen oder sich schon verpuppt haben, wobei das Schwanzende unverändert bleibt und nur noch deutlicher hervortritt, während das mit dem Schwanzkanal zusammenhängende kleine blasenartige Organ verschwindet. Hierdurch scheint nun allerdings Steenstrup's Ansicht an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, als sei dasselbe nur der durchscheinende Durchschnitt der Schwanzwurzel; [2]) indess sieht man deutlich die Contur des Schwanzkanals in die des kleinen Organs im Innern der Zerkarie übergehen, welches sich nach Verlust des Schwanzes

1) Die genaue Untersuchung anzustellen, inwiefern sich diese Körnchen beim Baue des Thieres nach Zellenart verhalten, war mir bei der ausserordentlichen Verletzlichkeit dieser Gebilde mit Sicherheit nicht möglich. Durch Zerstörung der Keime erhielt ich nur die anfangs beschriebenen Inhaltskörperchen.

2) Steenstrup a. a. O. p. 80.

jedenfalls durch Contraction verschliesst, wobei natürlich der feinkörnige Inhalt desselben und des Schwanzkanals austritt.

Während diese Veränderungen im Innern der Zerkarie vor sich gehen, hat sich auch das Schwanzende selbst verändert. Es bildet sich zuerst ein seichter Einschnitt, der allmälig tiefer eindringend im Grunde weiter als am Eingange wird, so dass sich die Seitenränder bogenförmig einander gegenüberstehen (Fig. 13.). Im Grunde desselben befindet sich die Oeffnung des kurz gegabelten Auswurfsorgans und hinter dieser ist die Insertionsstelle des Schwanzes. Man wird leicht verführt zu glauben, die Conturen dieses Einschnittes seien die der letzten Einschnürung des Schwanzes (Fig. 13.); jedoch ist dasselbe Verhalten bei Zerkarien zu sehen, welche den Schwanz weggeworfen oder sich eben eingepuppt haben (Fig. 16.). Die Contur der Leibeswand geht ferner constant unterhalb des Einschnittes über den Schwanz hinweg, so dass die bogenförmigen Ränder des Einschnittes wie zwei stumpfe Fortsätze auf der Rückenfläche der Zerkarien erscheinen. Mit dem Abwerfen des Schwanzes geht jedoch diese Linie verloren, was wohl nur in der grossen Contractilität der Körperwand seinen Grund hat, welche dem Schwanzende verschiedene Formen geben kann, wie es unter andern Fig. 15. zeigt.

Der Theil, welcher bei der Entwickelung der Zerkarie nach v. Siebold[1]) am spätesten seine Vollendung erreicht, ist der Stachel des Mundnapfes. Indess scheint er auch früher entwickelt werden zu können; denn wie Fig. 13. zeigt, ist der Mundnapf vollendet, während die andern Organe nur angelegt sind. Die vollkommen ausgebildete Zerkarie führt nämlich als Waffe an ihrem Mundnapf einen Stachel, welcher 0,0037 P. L. gross, sehr spitz und hart ist. Ganz zurückgezogen kann er,

1) in Burdach a. a. O. p. 189.

wie es scheint, nicht werden, da er nicht in der Mitte des Mundnapfes aufsitzt, sondern am Rande desselben (Fig. 13.). Er fällt bei der Verpuppung ab und ist dann zwischen Zerkarienhaut und Puppenhülse zu finden, je nach den mehr oder weniger lebhaften Bewegungen der Zerkarie entweder in der Nähe seines ursprünglichen Sitzes, des Mundnapfes, oder weit von ihm entfernt. Er hat also nur die doppelte Bestimmung, die Zerkarie aus ihrem Keimschlauche oder respektive Amme zu befreien und ihr dann das Eindringen in die Schneckenhaut zu erleichtern. Was die Structur des Mundnapfes anlangt, so erscheint derselbe zwischen den beiden concentrischen Linien fein quer gestreift, während die eigentliche Fläche desselben fein punktirt ist. Ob dies senkrecht auf den Mittelpunkt stehende Muskelfasern sind, wage ich nicht mit Gewissheit zu bestimmen, jedoch hat es ganz den Anschein. Die Mundöffnung in seiner Mitte ist sehr schwer zu beobachten.

Bei der nach vollendeter Entwickelung der Zerkarien eintretenden Verpuppung verändern dieselben übrigens ihr Ansehen fast gar nicht, so dass die Deutung der in ihren Innern liegenden Organe weiter keine Schwierigkeit hat. Man vergleiche nur Fig. 13. und Fig. 16. Dass Steenstrup die verpuppten Zerkarien umgekehrt aufgefasst hat,[1]) hat schon v. Siebold bemerkt und berichtigt.[2])

Den Act der Verpuppung selbst haben v. Siebold und Steenstrup in den oft citirten Schriften so ausführlich beschrieben, dass ich füglich auf sie verweisen kann. Nur kann ich damit nicht übereinstimmen, dass sich die Zerkarie dabei häute, wofür sie das Abwerfen des Stachels als Beweis ansehen.

---

1) a. a. O. Taf. III. Fig. 4. d, e, f, g. und 5. a.

2) Jahresbericht über die Leistungen der Helminthologie im J. 1842. Wiegm. Arch. 1843. IX. II. pag. 320.

Indess ist ja jetzt derselbe dem Thier überflüssig und gewiss durch die letzten Bohranstrengungen zum Abwerfen vorbereitet, so dass er in dem ausgesonderten zähen Schleime bei den lebhaften Bewegungen des Thieres leicht hängen bleibt. Die Häutung der Cercaria ephemera, wie sie Nitzsch[1]) annimmt, hat schon v. Siebold[2]) selbst zurückgewiesen. Ich erwähne ferner noch, dass auch ich ein paar Mal den Fall beobachtet habe, dass sich eine Zerkarie noch innerhalb des ammenden Keimschlauches ihres Schwanzes entledigt uud sich verpuppt hatte,[3]) während die übrigen Keime in der Entwickelung noch weit zurück, einige sogar noch nicht bis zur Anlage des Schwanzes gekommen waren.

Die weitere Ausbildung des Distomum, die Entwickelung seiner Geschlechtstheile konnte ich bis jetzt nicht verfolgen. Ebensowenig kenne ich das Verhältniss der Eier des Distomum zu den Ammen aus Beobachtung. Indess möchte nach den Untersuchungen von von Siebold, Mehlis, Nordmann, Creplin, Dujardin und Miescher hierüber Folgendes zu bemerken sein, um den Entwickelungscyclus zu vervollständigen.

v. Siebold giebt an, dass sich das Trematodenei ohne stattfindende Durchfurchung entwickele.[4]) Nach meiner Ansicht aber furcht es sich, so gut wie jedes andre Ei. Derselbe Naturforscher zeigt nämlich, dass die weiblichen Geschlechtswerkzeuge der Trematoden in keimbereitende und dotterbereitende Organe zerfallen.[5]) Dieser „Dotter" ist aber nur Nahrungsdotter, welcher sich nach geschehener Befruchtung des Eies um die Eizelle legt, so dass die Furchung derselben innerhalb

1) Naturbeschreibung der Zerkarien und Bacillarien, p. 36.
2) Burdach a. a. O. p. 191.
3) v. Siebold, a. a. O. p. 193. Steenstrup, a. a. O. p. 92.
4) Vergleichende Anatomie der wirbellosen Thiere. p. 155.
5) a. a. O. p. 142.

der körnigen Nahrungsdottermasse vor sich geht und nicht so leicht verfolgt werden kann, wie beim Nematodeneie. Die Theilung und Vermehrung der im Innern liegenden „Embryonalzellen" sah übrigens v. Siebold selbst, was doch wohl nur auf die Durchfurchung zu beziehen ist. Das Ei wächst auf Kosten des Nahrungsdotters und die erste Anlage ist die eines zarten Epitheliums, der Umhüllungshaut, nach deren Bildung das Ei in die Reihe der selbstständigen Organismen tritt. Innerhalb des Embryo bildet sich nun der Keimschlauch, die Amme, aus, welche nach dem Hinschwinden der, nur das organische Constatiren des Eies bezweckenden Unhüllungshaut, der schützenden Hülle, [1]) sich selbstständig fort entwickelt. Ihre weiteren Veränderungen habe ich oben zu beschreiben versucht.

Konnte ich nun leider die ganze Entwickelung des Eierstockeies des Distomum bis zu dem Punkte, wo die Zerkarie als Distomum die Puppenhülse verlässt, nicht beobachtend verfolgen, so war mir es für die nachfolgenden Untersuchungen vorzüglich wichtig, das Verhältniss der Zerkarienkeime zur Amme und ihre weitere Entwickelung genau zu verfolgen; und wenn ich durch obige Betrachtung die Entwickelungsreihe zu schliessen versuchte, so hoffe ich nicht zu weit vom Wahren abgekommen zu sein.

II.

Entwickelung der Aphiden ohne Befruchtung.

(Tafel II.)

Dass einige Insekten ohne vorhergegangene Befruchtung Eier legen, ist eine Erfahrung, die schon von vielen ältern

---

1) Reichert, das Entwickelungsleben im Wirbelthierreich. p. 10.

Entomologen gemacht wurde. So erzählen es Pallas, Bernoulli und Albrecht von Schmetterlingen, Lange und Schirach mit Réaumur von den Bienenköniginnen. Blancard beobachtete eine Spinne, welche vier Jahre nach einander Eier legte, ohne dass eine Befruchtung vorausgegangen wäre. Bei den Blattläusen beobachtete es zuerst Réaumur; seine Beobachtungen wurden jedoch von Bonnet vervollständigt und erweitert, so dass Duvau[1]) dem Letztern die Entdeckung der durch mehrere Generationen stattfindenden Vermehrung ohne Befruchtung zuschreibt. v. Siebold führt dasselbe von gewissen Cynipsarten an.[2]) Da man von den Schmetterlingen und Bienen jederzeit die Männchen kannte und ihr Erscheinen nicht an gewisse Zeiten gebunden war, so konnte man allerdings an eine Befruchtung innerhalb des weiblichen Körpers durch den in der Begattungstasche oder dem Samenbehälter aufbewahrten Samen denken. Aber bei den Blattläusen (und Cynips folii und divisa: Hartig bei v. Siebold a. a. O.) kann kein einziges Männchen bis in den Spätherbst nachgewiesen werden. Dazu kommt noch, dass durch die Untersuchungen v. Siebold's[3]) ein bedeutender Unterschied zwischen den innern Geschlechtswerkzeugen der lebendig gebärenden und den der eierlegenden Blattläuse nachgewiesen ist.

Schon Steenstrup erklärte die Vermehrungsart der Blattläuse für Aufammung und v. Siebold pflichtet ihm bei, und nur fehlt der nähere Nachweis über das Verhältniss der Keime zu den Ammen und den ausgebildeten Thieren. Durch die folgenden Untersuchungen habe ich mich bemüht, hierüber Aufschluss zu geben und gleichzeitig die vollkommene Uebereinstim-

---

1) Nouv. recherch. sur l'hist. nat. des Pucerons: Mém. du Mus. XIII. 1825. p. 126.

2) a. a. O. p. 634. Anm. 4.

3) Frorieps neue Notizen. XII. p. 305.

mung dieses Prozesses mit dem bei den Distomen kennen gelernten nachzuweisen.

Der cyclische Entwickelungsvorgang bei den Aphiden dauert ein ganzes Jahr, indem erst im Spätherbst die befruchtenden Männchen und die vollkommen ausgebildeten Weibchen erscheinen. Nach der Begattung sterben beide Geschlechter ab, wie Bonnet beobachtete,[1]) und die Eier entwickeln sich, durch die Jahreszeit aufgehalten, erst im nächsten Frühjahr. Aus diesen Eiern, welche sich, da sie vom männlichen Samen befruchtet sind, ohne Zweifel furchen, entwickeln sich nun nach Germar's[2]) und Kyber's[3]) Erfahrungen lauter Weibchen. Es sind dies jedoch keine wirklichen weiblichen Individuen, die zur Fortpflanzung der männlichen Beihülfe bedürfen, sondern nur ammende, d. h. belebte Keimstöcke mit sehr ausgebildeter Individualität. Hierfür spricht nicht allein der schon erwähnte Unterschied in den Fortpflanzungsorganen, sondern auch das der Entwickelung der Jungen zu Grunde liegende entwickelungsfähige Substrat. Wie nämlich die lebendig gebärenden Blattläuse dies ohne vorhergegangene Befruchtung thun, so besitzen sie auch kein auf die Begattung und Aufbewahrung des Samens bezügliches Organ. Ihnen fehlt daher das Receptaculum seminis, was bei den eierlegenden Individuen eine birnförmige Gestalt hat, wie es Fig. 8. c. in seiner ersten Anlage darstellt.[4]) Aber auch die keimbereitenden Organe sind anders bei den viviparen Blattläusen gebaut. Hier stellen sie nämlich acht vielkammerige Röhren dar, deren gemeinschaftlicher Ausführungsgang mit keinem Kittorgan versehen ist, während die Eierstöcke

---

1) Germar in Ersch und Gruber Encyclop. Artikel: Aphidii.

2) a. a. O.

3) Erfahrungen über die Blattläuse in Germar's Magazin der Entomologie. 1. Jahrg. 1815. 2. Heft. p. 1—39.

4) vgl. v. Siebold, vergleichende Anatomie. p. 641.

der eierlegenden Aphiden acht (wie es scheint) nur einkammerige kurze Röhren bilden, an deren Ausführungsgang sich zwei eine ölartige Masse enthaltende kurze Ausstülpungen (glandes sébifiques von Léon Dufour) befinden.

Anmerkung. v. Siebold nennt 1839 in dem erwähnten Aufsatz in Froriep's Notizen die Eierstocksröhren der viviparen Weibchen zweikammerig, in seinem Lehrbuche nur einkammerig. Beide Meinungen sind wohl zu vereinigen, indem mir seine frühere Angabe, dass die in der untern Kammer befindliche feinkörnige Masse sich zu einem ovalen Eie umgestalte, nach meinen Beobachtungen dahin erweitert werden zu müssen scheint, dass sie dies nicht allein thut, dass vielmehr der in der obern Kammer enthaltene blasenförmige Körper wesentlich mit zur Bildung des Eies beiträgt. Nachdem nämlich das Ei seine ursprüngliche Gestalt (Fig. 9.) verloren hat, sieht man es in den Zwischenstufen stets mit dem blasenförmigen, kleine zellenartige Körper enthaltenden Anhange, dessen Inhalt später gleichfalls feinkörnig aber dunkler als das übrige Ei wird und endlich ganz in das Ei aufgenommen wird (Fig. 10. 11. 12. 13.). Dabei enthält das Receptaculum seminis keine Samenkörperchen, die Begattung war also noch nicht erfolgt und an eine Furchung demgemäss auch noch nicht zu denken. Eine Erklärung dieser nicht ohne alle Analogien dastehende Erscheinung wage ich vorläufig noch nicht zu geben.

Mehr nun aber, als die Verschiedenheit der keimbereitenden Organe spricht die Natur und Entwickelung des keimfähigen Inhaltes der sogenannten Eierstocksröhren bei den lebendig gebärenden Blattläusen für ihre vegetative Aufgabe, die Aufammung. Während nämlich bei den eierlegenden Aphiden eine Zelle mit Kern und Kernkörperchen die Grundlage des jungen Individuum ist, treten bei den lebendig gebärenden nur Keimkörner auf, ganz analog dēn Zerkarienkeimen.

Der Inhalt der vielkammerigen Keimröhren der viviparen Aphiden erscheint nämlich als eine Aneinanderreihung fein granulirter ovaler Körper, welche nach dem Scheiden- oder hier besser Gebärmuttertheil des Fortpflanzungsapparates hin stetig an Grösse zunehmen (Fig. 1.). In der angezogenen Figur haben sie Längsdurchmesser von 0,001, 0,005, 0,0118 und 0,028 Par. Lin. Nur selten sind mehrere nebeneinander liegende Keime von ziemlich gleicher Grösse (Fig. 2.). Sie bestehen aus einer feinen allmälig etwas an Stärke zunehmenden structurlosen Membran, einem flüssigen Inhalte und in letztem suspendirten kleinen Körperchen, welche sich auch hier ganz wie die Tropfen eines sehr zähflüssigen Fluidum verhalten, und noch kleineren Molekularkörperchen. Sie werden allmälig mit Zunahme ihres feinkörnigen Inhaltes grösser, ohne dass an letzterem etwas Anderes, als diese Massenzunahme zu bemerken wäre. Auf keiner ihrer verschiedenen Entwickelungsstufen ist ein centraler oder wandständiger Kern zu bemerken, der sich jedenfalls wie bei dem Eie (Fig. 10.) wenigstens als heller Fleck darstellen würde. An eine Aufbauung des Organismus aus Zellen ist hier also ebensowenig zu denken, da eine jede Zelle, vermehre sie sich isolirt durch Furchung oder trage sie mit andern zur Bildung von Geweben bei, auf einer oder mehreren ihrer Entwickelungsstufen ihre Zusammensetzung aus Membran, Kern und Inhalt nachweisen lässt.

Die erste Veränderung, die an diesen Keimen bei einer Grösse von ungefähr 0,07 P. L. sichtbar wird, betrifft auch hier die Bewegungsorgane. Bei den Zerkarien bildete sich zuerst ein Saugnapf und der Schwanz, hier die Füsse. Im Profil erscheint diese Bildung als eine Duplicatur der Membran, die sich vom künftigen Schwanz- nach dem Kopfende hin erstreckt (Fig. 4.). Von der Bauchfläche aus sieht man das hintere Fusspaar ziemlich gleichzeitig in der Membran entstehen, während

der darunter liegende Inhalt unverändert bleibt und das vordere Fusspaar und die Fresswerkzeuge nur erst als undeutliche Linien zu erkennen sind (Fig. 5. 0,09 P. L. gross). Diese Bildung überzieht keine Membran, keine Umhüllungshaut, welche jedenfalls aus Zellen gebildet sein müsste und durch ihre zellige Structur nachweisbar wäre, sondern die Füsse sind nur an den Leib heraufgeschlagen; von ihrem Ende geht keine Membran auf die Körperwand über, sondern die einfache Contur der Keimmembran geht in die Spalte ein und in ihr auf die die Füsse umschliessende Linie über (Fig. 4.). Zuweilen glückt es ausserdem, einen Fuss zurückzuschlagen.

Der Inhalt des Keimes zieht sich jetzt mehr von der Membran zurück und bildet im Bauchtheil des Thieres die Anlagen der Leibesringe, während die Hauptmasse desselben den Fortpflanzungs- und Verdauungsorganen zur Grundlage diente. Die Fortpflanzungsorgane stellen, wie schon oben angeführt wurde, 8 längliche mit feinkörnigem Inhalte gefüllte Röhren dar, deren Ausführungsgang ohne Anhänge sich an der untern Fläche des Schwanzendes öffnet. Das Letzte, was vollendet wird, ist das Auge und mit dem Auftreten dieses kann man füglich die Entwickelung der Amme für beendet ansehen, indem bald darauf das Thier geboren wird und schon die vordersten Keime in den Keimröhren sich zu vergrössern anfangen.

Im Gegensatz zu der eben angeführten Röhrenform der keimhaltenden Organe der lebendig gebärenden Ammen, bilden die Eierstöcke der weiblichen eierlegenden Blattläuse sich mehr bläschenartig (Fig. 8. a.), und gleichzeitig tritt als Anhang der Scheide (b.) der birnförmige Samenbehälter (c.) auf. Ueber die Eier der Aphiden im Gegensatz zu den Keimen ihrer Ammen siehe die obige Anmerkung.

Da es hier durchaus nicht meine Absicht ist, eine Anatomie oder Entwickelungsgeschichte der Blattläuse zu geben,

sondern es mir nur darauf ankommt, den Unterschied wirklicher Eier von den keimfähigen Grundlagen der Ammen und deren Entwickelung zu zeigen, so mögen obige Beobachtungen, die ich an Aphis rosae und einer braunen Species, welche den Epheu fast ausschliesslich zu bewohnen schien, anstellte, einstweilen genügen. Das Wichtigste ist, dass diese Keime keine Zellen bilden und sich demgemäss auch nicht furchen, sondern sich als Theil des sich schon gefurcht habenden Bildungsdotters, der hier nur verschiedne Formen annimmt, unmittelbar weiter entwickeln.

Die lebendiggebärenden Blattläuse stehen auf gleicher Stufe in der Entwickelungsreihe dieser Thiere, wie der unbelebte Keimschlauch der Cercaria armata und der Bojan'sche königsgelbe Wurm; sie geben uns ein Beispiel, bis zu welchem Grade der Vollendung ein Keimschlauch in seiner Selbstbeziehung (um mit v. Bär zu sprechen) gelangen kann; und sie sind vielleicht noch nicht die vollkommensten, indem bei einer doppelten Aufgabe, wie sie die ammenden und brutpflegenden Individuen mancher andren gesellschaftlichen Insekten zu erfüllen haben, die Ausbildung derselben wahrscheinlich eine noch viel feinere ist.

III.

Entwickelung der Akalephen und Echinodermen.

Da ich über die Entwickelung dieser beiden so interessanten Thierklassen leider gar keine eignen Beobachtungen anführen kann, um auch hier den Unterschied zwischen der Entwickelung der Amme aus dem Eie und der des jungen Individuum aus dem Keimkorne der Amme nachzuweisen, so will

ich wenigstens von den Beobachtungen Andrer das zusammenstellen, was hierher gehört.

Beide Klassen besitzen getrennt geschlechtliche Individuen, wie es für die Medusen v. Siebold, für die Echinodermen R. Wagner und Valentin nachgewiesen haben. Ihre vom männlichen Samen befruchteten Eier furchen sich, wie es bei den Medusen v. Siebold[1]), für die Asteriden Sars[2]) gezeigt hat. Aus dem Akalepheneie entsteht nun zunächst, nachdem die mit Cilien versehene, den Embryo schützende, Umhüllungshaut verschwunden ist, ein festsitzender Polyp, dessen Körper zum Keimstock wird, welcher also als Amme für die nächste Generation anzusehen ist. Er wächst in die Länge und bildet durch allmäliges Abschnüren einzelner über einander gelegener Theile neue selbstständig auftretende Individuen. Sars hat zuerst diese Entwickelungsweise einer Meduse 1833 beobachtet[3]), dann 1835 vervollständigt und abgebildet[4]), bis sie Steenstrup 1842 schloss[5]). Liegt es auch ausser meiner Kraft, die Uebereinstimmung der Entwickelung der jungen Medusen aus dem Scyphistoma, wie Sars den ammenden Polypen nannte, mit der der Zerkarien aus dem Inhalte des Keimschlauchs direct nachzuweisen, so geht doch aus den Beobachtungen von Steenstrup zur Evidenz hervor, dass sich die in dem ammenden Polypen enthaltne Keimmasse ohne irgend eine dem Furchungsprozesse analoge Erscheinung, ohne jede Vorbereitung in einzelne über einander liegende Partien trennt, deren weiteres Wachsthum dann die Ausbildung der jungen getrennt geschlecht-

1) Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. III. Bd. 2. Hft. Taf. I. Fig. 1—13.

2) Wiegmann's Archiv. 1837, I. p. 404 und 1844. I. p. 169 uud Taf. VI.

3) Isis, 1833, S. 224.

4) Beskrivelser og Jagttagelser u. s. w.

5) a. a. O. Taf. I.

lichen Medusen bewirkt, während das ungeschlechtliche polypenförmig festsitzende Individuum, der ammende Schlauch, gleich der ungeschlechtlichen Blattlaus und dem Keimschlauch der Zerkarien nach geschehner Entwickelung seines Inhaltes untergeht.

Ganz analog ist die Entwickelung der Echinodermen. Es tritt jedoch hier der Fall ein, dass jede Amme nicht wie bei den bisher betrachteten Formen des Aufammens viele, sondern nur ein einziges Individuum grosszieht. Auch ist der (Ammen-) Embryo von einer Cilien tragenden (Umhüllungs-) Haut umschlossen. Bei den Asterien verschwindet dieselbe, sobald die in ihrem Innern befindliche Keimmasse anfängt, das junge Individuum zu entwickeln [1]), während die Ammen der Ophiuren ihren flimmernden Ueberzug noch länger behalten [2]). Dass nun die an den Wänden der Bruthöhle festsitzende Grundlage der Asterien, ebenso wie die Ammen der Ophiuren wirkliche Ammen sind, geht klar aus den schönen Untersuchungen von Sars und Joh. Müller hervor. Ich kann daher der Meinung R. Leuckart's [3]) nicht beipflichten, wenn er angiebt, die festsitzende Grundlage der Asterien erscheine gleichzeitig mit dem Embryo als Anhang desselben. Denn selbst wenn die eben angeführten Beobachtungen mir nicht das Gegentheil zu beweisen scheinen, so liegt doch ein Hauptargument gegen Leuckart in der Natur dieser Ammen. Sie sind nämlich seitlich symmetrisch gebaut, während das junge, jedenfalls erst secundär angelegte Thier wieder radiär erscheint. Am auffallendsten ist diese Erscheinung wohl bei den Ophiuren, deren Ammen so abenteuerliche Formen zeigen. Dieses Verhältniss hält auch nach mei-

---

1) Sars in Wiegm. Arch. a. a. O.

2) Joh. Müller, über die Larven und die Metamorphosen der Ophiuren und Seeigel. Berlin 1848.

3) Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschw. 1848, S. 37.

ner Meinung die Echinodermen typisch strenger, als irgend ein anatomisches Factum von den Akalephen entfernt, indem die Ammen dieser, wie die jungen Thiere, radiär sind. Der Ausdruck Larve für die Zwischenstufen in der Entwickelung dieser Thiere ist übrigens unrichtig gewählt, indem allerdings die Metamorphose an ein und demselben materiellen Substrat, aber nicht unmittelbar an dem vorhergehenden Gliede der Differenzirungsreihe, sondern mit Hülfe neuer keimfähiger Grundlagen ausgeführt wird.

IV.

Ueber den Generationswechsel im Allgemeinen.

Habe ich in den ersten Abschnitten die Erscheinungen des Generationswechsels im Einzelnen an einigen von denjenigen Thierklassen, in welchem bisher sein Auftreten durch genaue Untersuchungen nachgewiesen worden ist, auseinandergesetzt, so will ich im Folgenden versuchen, sein Auftreten im Allgemeinen, seine Bedeutung als Entwickelungsvorgang und sein Verhältniss zur Differenzirungsreihe in der gesammten organischen Schöpfung darzulegen.

a. Bekanntlich vindicirt Steenstrup auch den Pflanzen den Generationswechsel und hält die Blätter für die einzelnen Individuen, die sich in aufeinanderfolgenden Generationen ihrem Ziele, dem Fruchtblatte, immer mehr näherten. Hierdurch würde auch gleichzeitig die Ansicht vom Hermaphroditismus der Pflanzen wegfallen, da dann die einzelnen Geschlechter von verschiedenen Individuen repräsentirt würden und nur nebeneinander ständen. Bisher nannte man dagegen Individuum das ganze Resultat der Entwickelung eines Pflanzeneies, Wurzel, Stengel, Blätter und Blüthen. Blüthen sind nur veränderte Blätter, aber

was ist der Stengel, welcher bei Betrachtung eines Baumes doch immer zu einiger Aufmerksamkeit nöthigt? was ist die Wurzel? Letztere ist Haft- und Ernährungsorgan und hat keine Verwandtschaft mit Blättern. Demohngeachtet können sich aus ihr neue Individuen entwickeln, sie kann ammen. Den Stamm mag man für einen Complex veränderter Blattstiele halten, oder für analog dem Polypenstocke. Aber auch er ammt. Nach neuen Beobachtungen und Versuchen kann aber auch jedes Blatt, d. h. die Blattscheibe, ammen, aus seiner Substanz ein neues Individuum entwickeln. Wo bleibt nun die Individualität? Ist das Blatt das Individuum, der Stamm oder die Wurzel, oder Alles dies zusammen. Ich werde zu beweisen suchen, dass es das Haltbarste ist, das Letztere, den Complex dieser Organe für das Pflanzenindividuum anzusehen, wie er in der ersten Anlage als Knospe auftritt, wobei jedoch nur auf die sogenannten phanerogamen Pflanzen Rücksicht genommen werden kann.

Jedes thierische und pflanzliche Wesen muss, wenn man ihm Individualität zuschreiben will, ein in sich abgeschlossnes Ganzes bilden, dessen einzelne Theile stets als Organe das Bestehen des Ganzen unterstützen werden, ebenso wie das ausgebildete Individuum wieder für seine Theile sorgt. Hierbei kann zunächst ganz ausser Betracht gelassen werden, ob die einzelnen Individuen getrennt leben, oder in Colonien vereinigt, ob sie festsitzen oder Locomotionsfähigkeit haben. Das Letztere ist nämlich doch nur Folge einer der erhöhten Selbstbeziehung günstigeren Organisation. Das Wesentlichste zur Feststellung des Vorhandensein einer Individualität ist nun die Vollständigkeit aller zur Erhaltung und Fortführung des Lebensprozesses nöthigen Organe, deren Zahl sich mit abnehmender Vollkommenheit der Geschöpfe bedeutend reducirt. Während z. B. bei den Mollusken ein den Längsdurchmesser des Thieres an Länge über-

treffender Darm mit einer parenchymatösen Leber vorhanden ist, schwindet letztere bei den Asteriden gänzlich und der Darm ist kurz, einfach gebogen, und bei den Scheibenquallen ist kein Darmschlauch da, sondern nur eine verdauende Leibeshöhle. Die Organe, welche den Prozessen des Stoffwechsels vorstehen, vereinfachen sich endlich so, bis wir bei den zellenartigen Infusorien nur eine Zellenmembran finden, deren innere Fläche verdaut, deren äussere respirirt. Von dieser Einfachheit der Zelle schreitet die Organisation im Pflanzenreiche so fort, dass zuerst eine Combination mehrerer oder vieler Zellen, als Thallus u. s. w. den Organismus repräsentirt, bis endlich die höheren Pflanzen wieder aus einzelnen Organen bestehen, deren Dignität theils aus ihrer physiologischen Sphäre, theils aus der primitiven Entwickelung des Pflanzeneies erhellt. Wie aber die höhern Pflanzen auf die im Boden enthaltene Nahrung angewiesen sind, während sie selbst nach oben streben, so zeigt sich die Polarität schon im Embryo derselben, wo constant ein Federchen und ein Würzelchen vorhanden ist. Das Federchen besteht aber wieder aus Blättern und Stengel. Wir haben also hier alle Organe der ausgebildeten Pflanze vereinigt: Blätter, Stengel, Wurzel. Dieser nothwendige Zusammenhang bleibt nun während des ganzen Lebens der Pflanze. Eines kann ohne das Andre nicht leben. Da aber die erste Knospe kein zeugendes, sondern nur ein ammendes Individuum ist, so kann jeder der drei Theile derselben als integrirender Theil des Ganzen durch „Knospen“ sich vermehren. Auch bei dieser zweiten und den spätern Generationen ist das Resultat des Entwickelungsvorgangs jene Dreieinigkeit, von welcher jedoch bei der Ammung durch Stengel und Wurzel das Würzelchen, da die neue Knospe nicht auf die selbstständige Ernährung aus dem Boden, sondern nur auf das Aufnehmen schon vorbereiteter Nahrung angewiesen ist, nicht in dem Grade, wie bei seiner ersten Anlage, ausgebildet,

sondern nur durch in dem ammenden Pflanzentheil verlaufende, aber der jungen Knospe selbstständig angehörende Gefässe. repräsentirt ist. Es tritt aber dasselbe wieder auf, wenn der ammende Theil zur Aufnahme solcher Gefässe nicht geeignet ist, wie bei der Ammung durch Blätter; und gerade bei dem letztern Vorgange sieht man deutlich, dass das Resultat dieses Entwickelungsvorganges, das neue Individuum, eine Knospe ist, die sich in der ersten Anlage immer gleich bleibt, mag sie Blatt- oder Blüthenknospe sein. Hiernach muss nun meiner Ansicht nach auch die Ansicht über den Hermaphroditismus geändert werden, wie ihn Steenstrup deutete und Hornschuch [1]) gegen denselben vertheidigt. Indessen kann ich auch durchaus nicht des Letztern Meinung beipflichten, dass zu einem Individuum alle Bildungen und Entwickelungszustände zwischen dem Eie und dessen vollständiger Entwickelung gehören; denn sonst kämen z. B. auf ein Blattlausindividuum schlechtgerechnet 500 Millionen einzelner Blattläuse, abgerechnet ungefähr 499 Billionen durch unglückliche Verhältnisse Untergegangner.

Bei der Betrachtung des Generationswechsels bei den Pflanzen tritt uns aber noch eine andre Erscheinung vor Augen; ich meine die Brutpflege. Wie nämlich beim Generationswechsel eine jede Amme den Anstoss zu einer neuen höher sich differenzirenden Entwickelungsreihe geben soll, so müsste jede nach einer Blattknospe sich entwickelnde Knospe eine Blüthenknospe (oder deren Anhängsel) sein. Diess ist aber nicht der Fall, es folgen Blattknospen auf Blattknospen, bis die ganze Knospencolonie fähig ist, die Entwickelung der Blüthen- oder Fruchtknospen zu schützen und zu pflegen. Die Blattknospen per-

---

1) Untersuchungen über das Vorkommen des Hermaphroditismus in der Natur von Steenstrup. Aus dem Dänischen übersetzt von Hornschuch. Greifswald. 1846 auf der letzten Seite.

sistiren hier als brutpflegende Individuen, wie die geschlechtslosen Bienen- und Ameisenindividuen, während in dem am reinsten ausgesprochnen Generationswechsel der Trematoden und Echinodermen die Ammen nach Entwickelung der neuen Knospe verschwinden. Darin, dass sich bei den Pflanzen viele gleichwerthige Generationen folgen, bis das endliche Resultat, die geschlechtliche, d. h. Blüthenknospe 'sich entwickelt, stimmen dieselben übrigens auch mit den Blattläusen überein, wo erst nach Verlauf von gegen zehn ziemlich gleichwerthigen Zwischengenerationen die geschlechtlichen Individuen erscheinen, nur dass bei denselben diese Zwischengenerationen nicht als Brutpflegerinnen persistiren, wenigstens nicht in dem Sinne, wie bei den Pflanzen.

Im Thierreich begegnen wir dem Generationswechsel in beiden grossen morphogenetischen Haupttypen: im radiären und bilateralen, und sehn ihn zwischen diesen beiden die Vermittelung herstellen, indem, wie schon oben bemerkt wurde, die Ammen der radiären Echinodermen bilateral gebaut sind. Sein Auftreten ist jedoch nur im radiären Typus gesetzlich begründet, indem bei den wenigen lateral-symmetrisch gebauten Thieren, bei welchen er vorkommt, er nur als Hülfsmittel der Natur betrachtet werden zu müssen scheint, um durch Herbeibringung einer grösstmöglichen Anzahl von Individuen dem Aussterben der Species vorzubeugen. Wie viel Eingeweidewürmer mögen den zu ihrer Entwickelung tauglichen Boden niemals finden, wieviel Blattlausindividuen mögen nicht trotz ihrer freundschaftlichen Beziehungen zu den Ameisen allsommerlich untergehn!

In dem Generationswechsel liegt aber auch der Anknüpfungspunkt des Thierreich's an das Pflanzenreich, indem der speciellere morphologische Typus, welchen die Eier der beiden Klassen zu realisiren haben, gewiss weniger zu bedeuten hat,

als diess durchgreifende Moment des Schöpfungsplanes. Wer wird nicht bei Betrachtung der Entwickelungsweise der Campanularia geniculata an eine pflanzliche Entwickelung erinnert, besonders wenn man bedenkt, dass die Wimperbewegung, diese früher für rein animalisch gehaltne Erscheinung, durch Thuret und Unger auch für die Sporen der Algen nachgewiesen worden ist! Dafür, dass der Generationswechsel nur auf die niedersten Thierformen beschränkt sein werde, lassen sich von Seiten des Differenzirungsplanes gar keine Gründe anführen, sondern nur der Gedanke einwenden, dass, je vollkommner das Thier sei, je höher es in der allgemeinen Differenzirungsreihe der gesammten organischen Schöpfung stehe, desto weniger die Keimkraft des Bildungsdotters dieses Hülfsmittels zur sichern Erlangung ihres Zweckes bedürfe, oder sich wohl gar durch Darstellung mehrerer gleich keimfähiger Substrate schwächen werde. Dass diess letztere, die Entwickelung vieler Individuen aus einem Eie nicht der Hauptzweck des Generationswechsels sein könne, erhellt aus der Entwickelungsgeschichte der Echinodermen, bei welchen derselbe nur ein typisches Gesetz ausführt und keineswegs die Vermehrung der Individuen zur Folge hat. Sollte der Generationswechsel noch bei andern höher organisirten Thieren nachgewiesen werden, so wird er stets seine Bedeutung als Differenzirungstypus verloren haben und zu einer besondern, eigenthümlichen Art von Brutpflege herabgesunken sein, wie wir es an den Blattläusen beobachten. Beim Wirbelthier, dem einzigen Typus, den wir morphogenetisch genau kennen, wird er niemals vorkommen; überhaupt darf man ihn nicht, auch nicht eine Andeutung desselben, da vermuthen, wo die vollständige Reihe der Differenzirung ununterbrochen an einem und demselben materiellen Substrate ausgeführt wird, sei es auch, dass anscheinend Pausen in der Entwickelung entstehen, wie beim Kaninchen-, Hunde-Eie u. s. w.,

wo nach Vollendung der Umhüllungshaut der Dotter zwei, drei Tage ruht.

Durchlaufen wir nun die verschiednen Kreise des Thierreichs mit Rücksicht auf das Vorkommen des Generationswechsels, so möchten wir eigentlich schon bei den Infusorien beginnen. Indess steht die Beobachtung von Weisse[1]) am Chlorogonium euchlorum noch zu vereinzelt nnd zu wenig bestätigt da, als dass ich dieselbe für einen entschiednen Nachweis des Generationswechsels auch in dieser Klasse annehmen möchte.[2]) Ganz entschieden tritt er zunächst bei den Polypen entgegen[3]), und zwar in den Familien der Actininen, Sertularinen und Hydrinen, welche letztere aber nur Ammen von Akalephen enthält und daher aus den Systemen zu streichen sein dürfte. Dann folgen eben die Akalephen selbst (Literatur siehe oben). Von ihnen sind aber die Siphonophoren, welche höchst wahrscheinlich nur Entwickelungszustände oder Ammen andrer Akalephen sind, vorläufig auszuscheiden, da über deren Entwickelung etwas Bestimmtes noch nicht bekannt ist. Ganz unbestimmt, nicht bloss in Hinsicht ihrer Entwickelung, sondern auch in Rücksicht ihrer systematischen Stellung ist die Familie der Velelliden. Auf der nächst höhern Stufe stehen nun die Echinodermen.

Beiläufig sei hier erlaubt zu bemerken, dass es wohl auf Eins hinausläuft, ob ich das Thierreich als nach einer bestimmten Stufenreihe geordnet mir vorstelle, oder ob ich dasselbe, wie Neuere, besonders Engländer und Franzosen es thun, durch grössere uud kleinere Kreise mir versinnliche. Dass eine grosse Differenzirungsreihe in der Schöpfung vor-

1) Wiegm. Arch. 1848. XIV. I. p. 65.

2) Schade, dass K. E. v. Bär diesen Vorgang, der die interessantesten Aufschlüsse verspricht, nicht beobachten konnte.

3) Vergl. die Abhandlungen von Meyer, Cavolini, Lovén und v. Siebold. Doch ist auch diese Klasse noch nicht abgeschlossen.

handen, lässt sich wohl nicht leugnen. Dort stelle ich einzelne Gattungen oder Arten als Repräsentanten einzelner Entwickelungszustände der allgemeinen Reihe hin, hier ganze Gruppen, in denen doch wieder stufenweise Verschiedenheiten sich vorfinden, nach einer andern graphischen Darstellungsmethode. Der Unterschied ist also gering. Doch zurück zu den Echinodermen.

Dass auch in dieser Klasse Generationswechsel Statt finde, ist schon überflüssig bemerkt; indessen ist er nur beobachtet bei den Echiniden und Asteriden. Die Entwickelungsgeschichte der Crinoiden kennen wir nicht, ebensowenig die der Holothurien und Sipunculiden, welche, da diese beiden Familien, besonders die letztere, den Uebergang zum seitlich symmetrischen Typus vermitteln, von hohem Interesse ist [1]). Unter den Würmern finden wir den Generationswechsel vorzüglich bei den Helminthen sehr ausgebreitet, und zwar nicht bloss bei den Trematoden, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach auch bei den Cestoden und Akanthocephalen, deren Entwickelung aber leider nur bruchstückweise bekannt ist. Von den übrigen Würmerfamilien sind die Planarien ihrer Entwickelung wegen vorzugsweise merkwürdig. Die grossen Eier derselben, welche sich nicht zu furchen scheinen [2]), enthalten ursprünglich Zellen, die sich aber durch einen Verschmelzungsprozess in Dottermasse (Keimmasse?) auflösen, in welcher sich dann durch Inselbildung mehrere, der Zahl nach nicht zu bestimmende mit einem Flimmerepithelium überzogne Embryonen ausbilden. Ausserdem soll sich ein an der Peripherie der Eier gelegner scheibenförmiger und muskulöser Schlund entwickeln, welcher die noch übrigen Dotterzellen ver-

---

1) Vergl. Leuckart, a. a. O. S. 43.

2) Wenigstens erwähnt v. Siebold, dem es wohl nicht entgangen wäre, in seiner vergl. Anat. d. wirbellos. Th. S. 171 nichts davon.

schluckt und im Innern assimilirt. Was indessen hiermit gemeint sei, gestehe ich offen, nicht begreifen zu können, indem bei der gänzlichen Abgeschlossenheit der Eier doch ein Raum da sein muss, wohin die verschluckten Dotterzellen gelangen und der Schlund doch ausdrücklich scheibenförmig und nicht sackförmig genannt wird. Welcher Entwickelungstypus dieser Dotterverschmelzung zu Grunde liegt, müssen fernere Beobachtungen lehren. So sehr die Entwickelung der Planarien aus diesen Dotterinseln an die Entwickelung der Zerkarien aus der Keimmasse der ammenden Schläuche erinnert, so widerstreitet doch der Ansicht, dass ein ähnlicher Prozess auch hier Statt finde, die Anwesenheit von Zellen und die mit Cilien versehne Umhüllungshaut der jungen Embryonen.

Die Erscheinungen des Generationswechsels bieten nun ferner die Gattungen Aphis und Cynips (?) unter den Arthropoden dar. Ob bei andern Familien oder Gattungen dieser Thierklasse noch Generationswechsel vorkomme, ist nicht nachgewiesen. Indess ist es möglich, dass hier, wo die verschiedenartigsten Formen der Brutpflege so ausgebildet erscheinen, sich die Natur auch des Generationswechsels bedien habe. Ich erinnere nur an Ameisen, Termiten, Wespen, Bienen u. s. w.

In der Klasse der Mollusken sehen wir den Generationswechsel nur in der Ordnung der Tunicaten auftreten, und zwar in beiden Familien, den Salpen und Ascidien[1]). Besonders interessant ist die Entwickelung der letzteren, da dieselbe verschieden ist, je nachdem die Ascidien getrennt oder

3) Vergl. die oben citirte Abhandlung von A. v. Chamisso über die Salpen; über die Ascidien siehe: Milne Edwards sur les ascidies composées und Löwig und Kölliker, de la compos. et de la structure des Envelopp. des Tuniciers. Ann. d. sc. nat. III. S. tom. V. pag. 220.

in Kolonien vereinigt leben. In der eben angeführten Schrift von Milne Edwards beschreibt dieser Naturforscher den ersten Ammenzustand als ein den Zerkarien ähnliches kugliges Thier mit einem langgestreckten Schwanze, welches sich mit dem freien Ende festsetzt und den Schwanz abwirft. Hierauf beginnt die ganze innere Dottermasse sich innerhalb der Membran um ihren Mittelpunkt zu drehen und nach vollendeter Drehung die einzelnen Organe zu entwickeln. Bei den zusammengesetzten Ascidien spaltet sich nach den Untersuchungen von Löwig und Kölliker die ganze innere Dottermasse der zerkarienartige Larve (Amme), noch bevor sie sich festsetzt, in acht Theile, deren jeder sich in ein selbstständigas Thier mit ausgebildeten Geschlechtstheilen verwandelt. Da sich nun ausserdem der Mantel durch Knospen ungestört dem Prozesse der Aufammung hingeben soll, so träte hier der höchst merkwürdige Fall ein, dass sich innerhalb einer ammenden Membran ein mit vollkommen ausgebildeten Geschlechtstheilen versehnes Thier entwickele, welches sich nicht wie seine integrirende Hülle mit Hülfe des Generationswechsels, sondern durch geschlechtliche Zeugung fortzupflanzen im Stande wäre. Von grosser Wichtigkeit wäre es hier, die in den so genannten Eierstöcken enthaltnen keimfähigen Substanzen auf die Prozesse der Furchung und weitern Entwickelung zu untersuchen, was allein darüber Aufschluss geben kann, ob die zusammengesetzten Ascidien wirklich ausgebildete Thiere oder nur höher organisirte Ammenbildungen sind. Indessen scheint es mir doch fast wahrscheinlicher, dass eine von den beiden oben angeführten Untersuchungen entweder auf falsch verstandnen oder ungenau angestellten Beobachtungen beruhe; denn sobald ausgebildete Genenerationswerkzeuge auftreten, hört das Vermögen des Thieres auf, sich durch Aufammung zu vervielfältigen. Sars hat übrigens bei Botryllus die Theilung des Dotters in acht Theile,

beziehentlich Junge, auch beobachtet und 1836[1]) beschrieben. Was die Salpen anlangt, so hat Steenstrup die Meinung ausgesprochen[2]), dass die vereinzelt lebenden Individuen für Ammen anzusehen seien und Sars pflichtet ihm bei[3]), ohne dass einer dieser beiden Forscher die Geschlechtswerkzeuge der aggregirten Form nachgewiesen hätte. Doch spricht Steenstrup selbst einige Seiten vor der eben angezognen Stelle[4]) gerade das Gegentheil aus: „Sowie wir, unter einer übrigens „gleichen Organisation, immer den Organismus oder Entwicke- „lungszustand für den höheren und vollkommnern annehmen „müssen, welcher die grösste Selbstständigkeit zeigt und des- „sen Bestehn am wenigsten auf die Coexistenz seines Gleichen „berechnet ist, und auch unter dieser Voraussetzung eine frei- „schwimmende Form für höher entwickelt, als eine festsitzende „oder in ihren Bewegungen unfreie anzusehn ist, insofern sind „wir gewiss berechtigt, die vereinzelte Salpe in ih- „rer Entwickelung als über den zusammengekette- „ten stehend zu betrachten u. s. w.“[5]). Und hierin glaube ich ihm bestimmen zu müssen, da auch sonst in der Natur, wo festsitzende und frei sich bewegende Formen innerhalb einer Entwickelungsreihe abwechseln, die letzteren gewiss stets die höheren sind. Den sichersten Aufschluss bietet jedoch auch hier nur eine wiederholte Untersuchung der geschlechtlichen Organisation der Salpen.

Hiermit schliesst die Reihe ab, innerhalb deren der Genera-

---

1) Wiegm. Arch. S. 209.

2) a. a. O. S. 44.

3) Fauna littoral. Norweg. pag. 77.

4) S. 40.

5) Die andre Stelle lautet: „Sogar der Umstand muss noch einem Zweifel unterworfen sein, ob die vereinzelten oder zusammengeketteten Salpen die gross ziehenden sind. Meiner Meinung nach darf man doch die vereinzelten am ehesten für Ammen ansehn.

tionswechsel beobachtet wird, indem die vollkommner organisirten Mollusken, deren Entwickelung wir durch Kölliker, van Beneden u. a. etwas genauer kennen, etwas Aehnliches nicht darbieten und ausserhalb dieser fünf Hauptgruppen er sich niemals zeigen wird.

b. Es liegt mir nun zunächst ob, die Bedeutung des Generationswechsels als Entwickelungsvorgang zu erklären, wobei ich mit Freuden bekenne, im Ganzen der Auffassung Reichert's treu bleiben zu können, wie er sie in der anfangs angeführten ausgezeichneten Schrift niedergelegt hat.

Das charakteristische Moment einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe eines organischen Körpers liegt nach Reichert darin, dass alle Differenzirungen, welche derselbe nach seinem specifischen Plane zu durchlaufen hat, an einem und demselben materiellen Substrate ausgeführt werden, und zwar so, dass jedes Glied der Reihe in zwei Beziehungen, zu dem nächst vorhergehenden und nächst folgenden steht. Einmal wird nämlich die Gleichartigkeit der einzelnen Glieder untereinander, dann die Differenz zwischen ihnen zu berücksichtigen sei, so dass, je näher sich zwei Glieder in der Reihe stehn, desto grösser die Gleichartigkeit, desto geringer die Differenz, je weiter sie sich stehn desto geringer die Gleichartigkeit, desto grösser die Differenz sein wird. Es liegt ferner in der Natur der Sache, dass jedes Glied dieser Entwickelungsreihe die Summe der Differenzirungen aller vorhergehenden Glieder und die Bedingungen zur nächst folgenden Differenzirung enthalten müsse, da ja jedes Glied aufhören würde ein Reihentheil zu sein, wenn es nicht mit seinen Nachbarn gedacht werden müsste. Reichert hat zur sinnlichen Darstellung dieser Verhältnisse, gewissermassen als graphischen Entwurf, Buchstabenreihen gewählt und durch Striche die Differenzirungen angedeutet. So anschaulich nun diese Darstellungsmethode ist, so geht doch für ein mathematisches Auge, z. B. in dem Gliede A'''' die Nothwendigkeit verloren,

dass dasselbe dem Gliede A''' seine Entstehung verdanke. Es kann ja A'''' entstanden sein aus A. A. A. A. oder A''. A''. Wenn es daher erlaubt, dieser Versinnlichungsart meines theuren Lehrers etwas rein Mathemathisches zu substituiren, so würde ich Reihenformationen wählen, und zwar, wie ich weiter unten zeigen werde, mit grosser Uebereinstimmung einer organischen Differenzirungsreihe die Exponentialreihe (d. h. ein Reihenausdruck für a^x nach Potenzen von x geordnet).

Es enthält nämlich jedes n^{te} Glied dieser Reihe

$$\frac{A^n x^n}{1.2.3\ldots n-1.n.}$$

sowohl die Summe der Differenzirungen der vorhergehenden Glieder:

$$\ldots\ldots\frac{A^2x^2}{1.2.}+\frac{A^3x^3}{1.2.3.}+\ldots+\frac{A^{n-2}x^{n-2}}{1.2.3\ldots n-2}+\frac{A^{n-1}x^{n-1}}{1.2.3\ldots n-2.n-1}$$

als auch die Bedingungen zu dem nächstfolgenden $n+1^{ten}$ Gliede:

$$\frac{A^{n+1}x^{n+1}}{1.2.3.\ldots n-1.n.n+1.}$$

Ebenso enthält jedes m^{te} Glied der reihenförmigen Entwickelung eines Binoms $(a+b)^n$:

$$\frac{n.\ n-1.\ n-2.\ \ldots\ n-(m-1)}{1.\ 2.\ 3.\ \ldots\ m.}\ a^{n-m}\ b^m$$

die Summe der Differenzirungen der vorhergehenden Glieder der Reihe:

$$\ldots\ldots\frac{n.\ n-1.\ n-2.}{1.\ 2.\ 3}\ a^{n-3}\ b^3\ \ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\frac{n.\ n-1.\ n-2.\ \ldots\ldots\ n-(m-2)}{1.\ 2.\ 3.\ \ldots\ldots\ m-1}\ a^{n-(m-1)}\ b^{m-1}$$

und gleichzeitig die Bedingung zu dem nächsten $m+1^{ten}$ Gliede:

$$\frac{n.\ n-1.\ n-2.\ \ldots\ldots\ n+m}{1.\ 2.\ 3.\ \ldots\ldots\ m+1}\ a^{n-(m+1)}\ b^{m+1}$$

Es findet hier ein stetiges ununterbrochnes Entwickeln des nächsten Gliedes aus dem vorhergehenden Statt, ganz wie bei der Entwickelung eines organischen Körpers nach einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe. Das Ergebniss dieser Betrachtung lässt sich mit Hinsicht auf die Fortschreitung der Differenzirungsreihe folgendermassen zusammenfassen:

In einer kontinuirlichen Differenzirungsreihe stellt jede höhere Differenzirungsstufe das Resultat einer an dem vorhergehenden Gliede stattgefundnen Differenzirung dar.

Die Entwickelungsgeschichte des Thiereies bietet uns aber noch zwei wichtige Momente dar: nämlich die Durchfurchung desselben und die Bildung der Umhüllungshaut. Ueberall wo das Product der keimbereitenden Organe eines Thieres dem belebenden Einflusse des männlichen Samens ausgesetzt war (katalytische Kraftäusserung Bischoff's; vielleicht nur Aeusserung der Gravitation, oder hyperbolische Contactthermoelectricität oder so etwas!), beginnt die rohe Anhäufung der keimfähigen Substanz sich in der primitiven Eizelle zu individualisiren und diese dann durch den Furchungs-, oder besser mit K. E. v. Bär Dottertheilungsprozess sich zu vervielfältigen, um sich durch das erste organische Zellenconglomerat in der Umhüllungshaut als Embryo selbstständig zu machen. Die Bildung dieser schützenden Hülle ist bei allen Thieren gewiss ebenso nothwendig und unbestreitbar, als der Furchungsprozess. Denn sei auch der mechanische Schutz beim Schwinden der Dotterhaut gar nicht betrachtet, so liegt der selbstständige Abschluss der Bildungsdotterzellen als Embryo so tief in dem Begriff der thierischen Individualität begründet, dass das Vorhandensein oder der Mangel der Umhüllungshaut meiner Meinung nach sogar als Criterium der thierischen oder pflanzlichen Natur eines Organismus betrachtet werden kann. Gewissermassen zur mathe-

mathischen Feststellung dieser beiden Momente bietet mein voriges Beispiel die beste Gelegenheit dar. Darf ich es also festhalten, so würde das erste Glied der Exponentialreihe, da sie auch gelten muss, wenn $x = o$ wird, $= 1$ sein. Die Reihe zeigt also im ersten Gliede das einheitliche Durchgreifen des Durchfurchungsprozesses durch das gesammte Bereich organischer Entwickelungen an. Ihr zweites, die Bildung der Umhüllungshaut repräsentirendes Glied ist in der ursprünglichen Fassung Ax. Dass aber auch dieses Glied den Begriff der Einheit zulasse, beweist die Anwendung der Exponentialreihe auf das natürliche Logarithmensystem, wo $A = x = 1$ ist, also die Reihe beginnt: $1 + 1 + \ldots\ldots$ Zum Behuf weiterer Entwickelungen will ich jedoch die ursprüngliche Gestalt der Exponentialreihe

$$1 + Ax + \frac{A^2 x^2}{1.\ 2.} + \frac{A^3 x^3}{1.2.3.} \ \ldots\ldots \ \frac{A^n x^n}{1.2.3\ldots n-1.n.}$$

festhalten; nur sei mir noch erlaubt zu bemerken, dass ich durchaus nicht die mathematische Bedeutung dieser Reihe in irgend eine Beziehung zur Differenzirungsreihe organischer Körper bringen will, sondern mich nur der Reihe als ihrer Form nach für derartige, vielleicht von Männern tiefrer Wissenschaftlichkeit bemitleideten, Deductionen bequemsten bediene.

Im obigen gesperrt gedruckten Folgerungssatze habe ich die ihm inwohnende nothwendige Schlussfolge, dass die Differenzirung in einer kontinuirlichen Reihe an einem und demselben materiellen Substrate vor sich gehe, nicht besonders hervorgehoben. Bei Betrachtung des Generationswechsels ist diess jedoch von Wichtigkeit. Wie nämlich in einer einfachen kontinuirlichen Differenzirungsreihe das nächst höhere Glied durch eine einfache Differenzirung aus dem nächst niedren entsteht, so tritt im Generationswechsel der Fall ein, dass die Differenz zwischen zwei neben einander stehenden

Gliedern der Differenzirungsreihe nicht das Resultat einer einfachen Differenzirung, sondern dass zwischen beide Glieder eine neue Differenzirungsreihe eingeschoben ist und dass das unmittelbare Product der einen Differenzirungsstufe ein genetisch viel niedriger stehendes ist, als sie selbst. Hierdurch wird nun die einfache Reihe unterbrochen und sie würde sogar aufhören kontinuirlich zu bleiben, wenn nicht die keimfähige Grundlage der eingeschobnen Differenzirungsreihe nothwendig materiell abhängig wäre von dem nächst vorhergehenden genetisch viel höher stehenden Gliede der allgemeinen Reihe. Während wir also in der gewöhnlichen Entwickelungsreihe höherer Thiere eine einfache kontinuirliche Differenzirungsreihe haben, liegt uns im Generationswechsel eine allgemein kontinuirliche Differenzirungsreihe mit eingeschobnen besondern Reihen vor. Diese eingeschobnen Entwickelungsreihen, deren Endglied in der allgemeinen Differenzirungsreihe liegt und welches dem, von welchem sie selbst ausgehn, folgt, beginnen nun nicht von dem Punkte, von wo die Entwickeluug des Eies anhebt, sondern von dem Gliede einer einfachen Reihe, welches die Dottertheilung und die Bildung der Umhüllungshaut zunächst hinter sich hat. Die keimfähigen Grundlagen derselben bieten nun allerdings nicht die Zeichen einer Gemeinschaft von Zellen dar, sondern nur Keimkörnermassen; indessen stehn diese genetisch auf derselben Höhe, indem sie unmittelbar in die einzelnen Organe der nächst höheren Entwickelungsstufe übergehn, ohne sich erst zu furchen oder zu umhüllen. Diesen Beobachtungsresultaten (vergleiche die ersten beiden Abschnitte) entspricht nun auch vollkommen die theoretische Betrachtung, dass diese Keimkörnermassen, als abgesonderte Theile einer noch in der Entwickelung begriffnen Vereinigung keimfähiger Körnchen, sich auch ohne Weiteres selbstständig fortzuentwickeln im Stande sein werden,

indem sie ja selbst als Theile des ganzen Eies den Prozess der Durchfurchung bereits durchgemacht haben.

Reichert betrachtet die eingeschobne Differenzirungsreihe als gleichwerthigen Entwickelungszustand der allgemeinen Entwickelungsreihe, ebenso wie er sagt, dass in der gesammten organischen Schöpfung die Glieder der allgemeinen unterbrochnen Differenzirungsreihe durch besondere dergleichen Reihen repräsentirt würden. Indess drängen sich mir gegen diese Anschauungsweise zwei Bedenken auf. Einmal nämlich kann man meiner Ansicht nach wohl einzelne Glieder der besondern und der allgemeinen Reihe mit einander parallelisiren, aber nicht eine ganze Reihe mit einem einzelnen Zustand einer andern Reihe; und dann haben beide Reihen verschiedne Anfangspunkte, so dass die eine, besondere, Reihe da beginnt, wo die andre allgemeine erst nach mehreren Differenzirungen hingelangt ist, und zwar sind diese ersten vorbereitenden Differenzirungen so charakteristisch für die Bedeutung einer organischen Differenzirungsreihe, dass sich eine Reihe ohne dieselben kaum mit einer vollständigen vergleichen lässt.

Um auch den Generationswechsel an dem obigen Beispiel in mathematischen Formen darzustellen, sei die Aufgabe gestellt: in der Reihe

$$1 + Ax + \frac{A^2 x^2}{1.\,2.} + \frac{A^3 x^3}{1.\,2.\,3.} + \ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots \frac{A^{n-1} x^{n-1}}{1.2.3.\ldots n-2.n-1} + \frac{A^n x^n}{1.2.3.\,.\,.\,n-1.\,n} \ldots$$

trete nach dem $n-1^{ten}$ Gliede Generationswechsel ein und das n^{te} Glied entwickele sich mit Ueberspringung des Gliedes $1 + \ldots$ auf dem 2ten Gliede Ax. Um auch hier mit Hülfe einer Reihe zum Ziele zu gelangen, suche ich die n^{te} Potenz von Ax als erstem Theile eines Binoms $Ax + d$, wo d als Differenzi-

rungsquantum jede beliebige Grösse haben kann. Das Resultat muss

$$\frac{A^n x^n}{1.\,2.\,3.\,..\,n}$$

sein, während das $n-1^{te}$ Glied durch die Formel

$$1.\,2.\,3.\,...\,n-2.\,n-1 \sqrt[n-1]{\frac{A^{n-1} x^{n-1}}{1.\,2.\,3.\,..\,n-1.}}$$

leicht auf die keimfähige Grundlage Ax zurückgeführt werden kann. Die allgemeine Reihe für $(Ax+d)^n$ ist nun aber

$$Ax^n + \frac{n}{1} Ax^{n-1} d + \frac{n.\,n-1}{1.\,2.} Ax^{n-2} d^2 + \frac{n.\,n-1.\,n-2.}{1.\,2.\,3.}$$

$$Ax^{n-3} d^3 \ldots\ldots \frac{n.\,n-1.\,n-2.\,...\,n-(n-1)}{1.\,2.\,3.\,....\,n-2.\,n-1.} Ax^{n-(n-1)} d^{n-1} + d^n$$

Es wird daher

$$\frac{Ax^n =}{1.\,2.\,3.\,..\,n-1.\,n}$$

$$\frac{(Ax+d)^n - \left(\frac{n}{1} Ax^{n-1} d + \frac{n.\,n-1}{1.\,2.} Ax^{n-2} d^2 + \frac{n.\,n-1.\,n-2}{1.\,2\,3.}\right.}{1\;2\;3.\;4.\;....}$$

$$\frac{\left. Ax^{n-3} d^3 \ldots\ldots \frac{n.\,n-1.\,n-2.\,...\,n-(n-1)}{1.\,2.\,3.\,...\,n-2.\,n-1} Ax^{n-(n-1)} d^{n-1} + d^n \right)}{....\,n-2.\,n-1.\,n.}$$

sein, wodurch die Aufgabe gelöst ist. Der allgemeine Hergang ist daher folgender: Aus irgend einem Gliede einer allgemeinen Reihe erhalten wir durch Theilung (oder Wurzelausziehung) ein in der Reihe selbst viel niedriger stehendes Glied (Ax), welches sich mit Hülfe einer beliebigen Differenz (d) zu dem nächst höheren Gliede der allgemeinen Reihe ebenfalls reihenförmig entwickelt, ohne in seiner Reihe die Glieder 1 + Ax zu enthalten. Der obige Folgerungssatz ist daher für die beiden verschiedenen Formen der kontinuirlichen Differenzirungsreihen folgendermassen zu beschränken:

1. Für die **einfache kontinuirliche** Entwickelungsreihe (**ohne** Generationswechsel):

In einer einfachen kontinuirlichen Entwickelungsreihe stellt jede höhere Differenzirungsstufe das Resultat einer einfachen, unmittelbar am vorhergehenden Gliede stattgefundnen Differenzirung dar.

2. Für die **allgemeine kontinuirliche** Entwickelungsreihe (**mit** Generationswechsel):

In einer allgemeinen kontinuirlichen Entwickelungsreihe stellt jede höhere Differenzirungsstufe das Resultat einer reihenförmigen, an einem vom vorhergehenden Gliede abhängigen, jedoch viel niedriger differenzirten materiellen Substrate stattgefundnen Differenzirung dar.

Näheres über die Bedeutung einer Differenzirungsreihe als **Reihe** wird bei Betrachtung der allgemeinen Entwickelungsreihe, welche uns in der gesammten organischen Schöpfung vorliegt, zur Sprache kommen. Hier nur noch die Bemerkung, dass sich alle Erscheinungen der individuellen und speciellen Entwickelungsreihen unter diese beiden Sätze begreifen lassen.

Die bisherigen Betrachtungen betrafen die formelle Seite des Generationswechsels als Entwickelungsvorgang, von gleicher Wichtigkeit ist aber seine typische Bedeutung. Hier drängt sich nun zunächst die Frage auf: **ist der Generationswechsel eine typische Erscheinung?** d. h. gehört er, vorausgesetzt, dass alle **einem** Entwickelungstypus angehörigen Thiere ihn erleiden, ebenso zu diesem Typus, als das Auftreten heteronomer Leibessegmente zum Insektentypus, oder die primäre Anlage der Centralorgane des animalen und vegetativen Lebens zum Wirbeltypus? Die Beantwortung dieser Frage ist um so schwerer, als 1. nur sehr wenig Species der Thierwelt auf ihre Entwickelung untersucht sind, 2. als man

bis jetzt nur den einzigen Wirbeltypus und diesen nur nach seiner morphologischen Seite hin kennt; und 3. als sehr häufig durch das Auftreten des Generationswechsels andern Zwecken, wie Brutpflege u. s. w. gedient wird, wie bei manchen Insekten u. s. w. Indessen will ich versuchen, meine Ansichten hierüber, so mangelhaft sie vielleicht sein mögen, möglichst klar darzustellen.

Die wichtigste Frage ist zunächst die, was wir unter Typus zu verstehen haben. K. E. v. Bär hat zuerst das Wort Typus in genetischem Sinne gebraucht[1]), und nennt so: „das Lagerungsverhältniss der organischen Elemente und Organe." Der strengen Bedeutung des Wortes nach wird also zunächst unter Typus die Form zu betrachten sein, unter welcher ein Thier in die Entwickelungsreihe eintritt. Gewöhnlich denkt man sich allerdings die schon ausgebildete Thierform als Repräsentanten des Typus und auch v. Bär hat sich von dieser Denkungsweise nicht ganz frei machen können[2]); jedoch deutet er darauf hin, dass die embryonalen Anlagen und deren Lagerungsverhältniss den Typus constituire, wie er auch S. 224 besonders hervorhebt, dass das Gemeinsame einer grössern Thiergruppe sich früher im Embryo bildet, als das Besondere. Mit Zugrundelegung der v. Bär'schen Definition würde ich also die morphologische Seite des Typus so bezeichnen:

---

1) Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 1. Thl. 1828. S. 208. Auch nennt v. Bär schon die Entwickelung eine Differenzirung, und zwar eine Reihe steigender Differenzirungen oder Sonderungen, unter denen er primäre, histologische und morphologische Differenzirungen unterscheidet. a. a. O. 3tes Scholion. S. 153. u. folgende.

2) So stellt er z. B. auf der zur Darstellung des Fortschrittes der Entwickelung beigegebnen Tafel, S. 225, als Resultat der strahligen Entwickelung die Thiere mit peripherischem Typus, als Resultat der gewundnen Entwickelung die Thiere mit massigem Typus u. s. w. dar, wo sich der Typus im Gegensatz zur Entwickelung nur auf das vollendete Thier bezieht.

Unter morphogenetischem[1]) Typus verstehen wir das embryonale Lagerungsverhältniss der organischen Elemente und Organanlagen.

v. Bär selbst jedoch fühlte schon, dass dieses blosse Lagerungsverhältniss selbst mit der dem Eie inwohnenden Idee, sich nach dieser Form auszubilden, noch nicht die ganze Bedeutung des Typus umfasse und dass die Form nur ein Mittel zum Zwecke sei, welches in seiner unendlichen Einfachheit allerdings sich dem überlegenden Geiste des Beobachters zunächst als materieller Ausdruck einer Idee darstellen musste, aber zur Realisirung der grossen Aufgabe, aus einem Körnerhaufen ein lebendes Wesen zu schaffen, noch nicht hinreichte. Und wie sich das Göttliche zuerst durch Ahnungen kund giebt, welche gleich Asteroiden aus dem unermesslichen Aether der uns noch unbekannten Ideen in das Bereich unsrer Erdkraft gelangen, so warf v. Bär schon hin, dass unter der Herrschaft der Wesenheit der zeugenden Thierform die zunehmende Selbstständigkeit des werdenden Thieres das wesentlichste Resultat der Entwickelung sei[2]), und also wohl den Typus begründe. Dass nun diese Idee, und überhaupt eine Idee den Typus eines Differenzirungsplanes begründen könne und müsse, ist selbst dem so scharf und präcis denkenden Reichert entgangen. Obgleich er wohl fühlte, dass es ausser den morphologischen Verhältnissen des Thieres noch andre zu betrachten gäbe, so spricht er in seinen Eingangs erwähnten 44 Seiten doch nur von der formellen Seite des Typus. Ich erlaube mir daher noch Folgendes hinzuzufügen. So wie jede Entwickelungsreihe, sie sei allgemein oder besonders, ihren

1) Das Wort „Typus" ist in den Naturwissenschaften so oft gebraucht, dass ich es für nöthig halte, stets und so oft es mit Anstand geht, hinzuzusetzen, was für eine Sorte Typus gemeint sei.

2) a. a. O. S. 148.

Typus hat und haben muss, wenn nicht das Individuum zum Krystall herabsinken soll, so muss auch die in der gesammten organischen Schöpfung uns vorliegende Entwickelungsreihe nothwendigerweise ihren Typus haben. Welcher aber ist dieser? Gewiss ist er seiner innersten Wesenheit nach vom strahligen oder bilateralen gänzlich abweichend, so dass er nicht einmal mit ihnen coordinirt oder verglichen werden kann, da er sie beide einschliesst; ferner ist er gewiss nicht rein formell vom Einfachen zum Zusammengesetzten fortschreitend. Wohin kämen dann wohl die Insekten zu stehen, deren Auge das complicirteste Kunstwerk ist, deren Bewegungswerkzeuge die vollkommensten sind, die die Natur aufzuweisen hat. Wer hat ergründet, welcher feiner Mittel sich die Natur bedient hat, um die schädlichen Einflüsse der Reibung aufzuheben, wenn ein Insekt seine Flügel in einer Secunde so vielmal schwingt, dass ein Ton der zweimal gestrichnen Oktave hörbar wird? Was ist dagegen der Mensch mit seinen Pendelbeinen, zu deren täglichen Bewegung er ein Pfund Fleisch bedarf? Wo stände der Mensch, wenn ihm der Geist fehlte, wo steht der Cretin auf der Stufenleiter der organischen Wesen? Und doch ist der Mensch die Krone der Schöpfung! Wie also die zunehmende Selbstständigkeit des werdenden Thieres die individuelle Entwickelungsreihe charakterisirt, so möchte ich sagen, dass die zunehmende Menschwerdung die der allgemeinen Entwickelungsreihe in der organischen Schöpfung zu Grunde liegende Idee sei. Wie hängt aber diess mit dem Typus zusammen? Ich sagte ja, dass eine Idee jeden Differenzirungsplan begründen müsse, und dass sich diese Idee des morphologischen Typus als Mittel zu ihrer Realisirung bediene. Die Idee, die einer einzelnen Erscheinung bedingend zu Grunde liegt, wird einfach und keiner Modification fähig sein, wie alle Erscheinungen der anorganischen Natur und der Harmonie der

nur nach ihrer anorganischen Seite hin gekannten Himmelskörper. In dem lebendigen Eie aber liegt eine ganze Reihe sich streng auf einander beziehender Erscheinungen vor, deren jede ausser durch sich selbst noch von ihrem Vorgänger und Nachfolger bestimmt wird; die dieser Reihe von Erscheinungen zu Grunde liegende Idee wird also auch nicht einfach, sondern ihrer Wesenheit nach reihenförmig sein, d. h. ihr Inhalt wird die Fortschreitung vom Einfachen bis zum unendlich Mannichfaltigen begreifen, wofür die Sprache die Worte: „Werden, Entwickeln, Bilden“ bietet. Wie aber dem morphologischen Theil einer Differenzirungsreihe die Idee „Entwickelung“ zu Grunde liegt, so wird letztere auch, wie erstere, ihr Ziel haben müssen, welches in den einzelnen Fällen verschieden ist und später noch bestimmt werden soll, aber in der gesammten organischen Schöpfung auf den Menschen hinausläuft. Die einzelnen Stufen der allgemeinen Entwickelungsreihe würden formell die in ihrer Selbstbeziehung mehr oder weniger vorgeschrittnen Species organischer Wesen der Schöpfung sein, welche im Verhältniss zu dem Schlusssteine der ganzen Reihe, dem Menschen, in einer Art von brutpflegender Beziehung ständen.

Der Typus einer speciellen Entwickelungsreihe, wie sie jedes Ei darbietet, würde also folgendermassen zu definiren sein:

Unter Typus verstehen wir die, das specifisch embryonale Lagerungsverhältniss der organischen Elemente und Organanlagen bedingende Idee [1]), aus

1) Ich würde gern für „Idee“ Gesetz, oder Kraft oder dergl. geschrieben haben, wenn mich nicht folgende zwei Punkte bestimmt hätten: 1. Es liegt in den Entwickelungserscheinungen eine Reihe vor, deren Aufeinanderfolge zweifels-ohne gesetzlich bestimmt ist, das Gesetz selbst aber kennen wir nicht; auch wollte ich durch das Wort „Idee“ nur an die der formellen entgegengesetzte Seite einer Differenzirungsreihe erinnern. 2. Es scheint eine Idee, als Resultat eines psychologischen Prozesses nur ausserhalb der Reihe liegen zu können. Indess ist diess höchstens für unsre Anschauungs-

einem Körnerhaufen ein möglichst selbstständiges Wesen zu bilden.

Der uns in der allgemeinen Schöpfungsreihe vorliegende Typus wäre hingegen so zu fassen:

Unter Typus der allgemeinen Schöpfungsreihe verstehen wir die durch die Vervollkommnung der Organe und Organgruppen sich äussernde Idee, auf der Reihe der selbstständigen organischen Wesen den Menschen zu bilden.

Wird nun die obige Definition eines speciellen Typus auf die Erscheinungen des Generationswechsels angewandt und besonders mit Rücksicht auf meine erste Frage, ob derselbe eine typische Erscheinung sei oder nicht, so wird sich diese Frage in folgende zwei auflösen lassen: entweder 1. enthält der Typus die Idee des Generationswechsels implicirt und widerstreitet sie ihm nicht? oder 2. giebt uns der Typus Anleitung zu einer anderweitigen Auffassung und Erklärung der Erscheinungen des Generationswechsels? Das unmittelbarste Resultat des letzteren ist nun offenbar eine Verlangsamung der Entwickelung, insofern die Differenzirung nicht auf dem kürzeren Wege, einfach, sondern langsamer, mit einer neuen Reihe zwischen zwei Glieder der Hauptdifferenzirungsreihe tritt. Je langsamer aber die Entwickelung vorschreitet, desto vollkommner ist unter übrigens gleichen Umständen das Resultat derselben. (Ich erinnere nur an die schon angeführte Erscheinung, dass Säugethiereier nach vollendeter Umhüllungshaut mehrere Tage in

---

weise der Fall. Wenn wir psychisch bevorzugten Individuen die ganze übrige Natur für materiell, starren Gesetzen gehorchend, uns vorstellen, so können wir doch nicht umhin, zu glauben, dass die ganze Natur in ihrer unendlichen Harmonie uns für sich selbst gegenüber sehr materiell vorstellt, da doch eine Materie ohne Geist nicht gut gedacht werden kann, und wir nicht einmal im Stande sind, diese Verhältnisse zu erfassen.

demselben Zustande verharren). Die Vollkommenheit besteht aber in der grösseren oder geringeren Selbstständigkeit eines Entwickelungszustandes oder vollendeten Thieres. Daher wird durch den die Entwickelung aufhaltenden Generationswechsel die Idee, ein möglichst selbstständiges Wesen zu bilden, unterstützt, der Generationswechsel also im Typus liegen. Bei den Insekten, welche die Erscheinungen des Generationswechsels gleichfalls darbieten, liegt aber derselbe meinen früheren Voraussetzungen nach, nicht im Typus, da einmal nicht alle Insekten, auch nicht eine Familie in allen ihren Gliedern ihn erleiden, und dann die ammenden Individuen ziemlich gleichwerthig sind und nur in Betreff ihrer Generationsorgane vom vollendeten Thiere differiren, die einzelnen ammenden Generationen wenigstens in Hinsicht ihrer genetischen Dignitität in keinen Vergleich mit den Ammen der Echinodermen, Akalephen, Polypen und Trematoden zu bringen sind. Hier hat die Natur sich dieses Vorganges zur Erreichung anderer Zwecke bedient, ebenso wie beim Menschen die Flimmerbewegung auch nicht mehr die ihr bei den niederen Wirbellosen zukommende allgemeine Bedeutung eines activen Locomotionsorganes besitzt; wie es überhaupt in der unendlichen Mannichfaltigkeit der Natur liegt, einen und denselben Vorgang unter verschiednen Verhältnissen zu verschiednen Zwecken zu benutzen. Bin ich nun auch überzeugt, dass die Idee des Generationswechsels dem Typus nicht widerstreite, er ihn im Gegentheile unterstütze, so bleibt doch noch zu fragen übrig, ob derselbe nicht eine anderweitige Erklärung des Generationswechsels darbiete oder zulasse. Natürlich kann hier nur die Rede sein von dem Generationswechsel als Entwickelungserscheinung, und nicht als eine besondre Form der Brutpflege; aber mit Ausschliessung der letzten Erscheinung fällt auch die einzige anderweit mögliche Erklärungsweise hinweg und es

bleibt nur noch die Idee der grösseren Selbstständigwerdung mit Hülfe, den allgemeinen Gang der Differenzirung aufhaltender, eingeschobner besondern Reihen zurück, welche den Generationswechsel aber eben in die Grenze der typischen Idee weist.

Zum Schlusse dieser Betrachtungen über die Bedeutung des Generationswechsels als Entwickelungsvorgang füge ich noch durch Zusammenfassung des hierüber Erörterten folgende Definition desselben zu:

Generationswechsel ist derjenige typische Entwickelungsvorgang, durch welchen mittelst, zwischen zwei Glieder einer kontinuirlichen Differenzirungsreihe eingeschobner, d. h. an die Stelle einfacher Differenzirungen tretender, Differenzirungsreihen die Entwickelung im Allgemeinen verlangsamt wird, um das Resultat einer typischen Differenzirungsreihe, ein möglichst selbstständiges Wesen, auf die möglichst einfache und sicherste Weise zu erlangen.

Inwiefern hierzu noch die Tendenz tritt, den Typus der allgemeinen Schöpfungsreihe realisiren zu helfen, wird der folgende Abschnitt zeigen.

c. Es bleibt mir nun noch übrig, das Verhältniss des Generationswechsels zur Differenzirungsreihe der gesammten organischen Schöpfung zu betrachten.

Wir sahen oben, dass in einer einfachen kontinuirlichen Entwickelungsreihe jedes höhere Glied das Resultat einer einfachen Differenzirung des vorhergehenden sei, wogegen bei der, allerdings auch noch kontinuirlichen, aber allgemeineren Reihe mit Generationswechsel die Differenzirung nicht einfach, sondern reihenförmig sei, auch nicht unmittelbar am vorhergehenden Gliede, sondern nur an einem von demselben abhängigen materiellen Substrate vorgehe. Wenn wir hier fragen, in welchem Verhältniss steht diese allgemeine Reihe mit Generations-

wechsel zu der in der gesammten organischen Schöpfung uns vorliegenden Differenzirungsreihe, so drängt sich uns zunächst die Frage auf, was ist eine Reihe? In der Mathematik ist man gewohnt, jede Aufeinanderfolge von gleichartigen Grössen, die in irgend einem constanten Verhältnisse zu einander stehen, eine Reihe zu nennen, und die Natur dieses constanten Verhältnisses bestimmt die Natur der ganzen Reihe. In der Entwickelungsgeschichte organischer Körper liegt nun auch eine Aufeinanderfolge verschiedner Zustände vor, in denen sich bei einer durchgreifenden Gleichartigkeit eine steigende Verschiedenheit kund giebt. Man ist aber bis jetzt noch nicht so glücklich gewesen, ein constantes Verhältniss der einzelnen Glieder gegen einander oder die relative Grösse oder den Werth der Differenz zwischen zwei Gliedern aufzufinden, und ist nur überzeugt, dass es vorhanden ist, indem es eben ein durch die Beobachtung ermitteltes Hauptkennzeichen einer organischen Differenzirungsreihe ist, dass jedes einzelne Glied vom vorhergehenden in der Art bedingt wird, dass es auf der jedem Gliede angehörigen gleichartigen Grundlage höher differenzirt ist, und dass es das nachfolgende ebenso dadurch bedingt, dass das letztere von zwei vorhergehenden nicht nur um die Grösse seiner eignen Differenz, sondern um die des nächstfrüheren mit differirt. Charakteristisch ferner für die organische Differenzirungsreihe ist das Verhältniss des Endgliedes zur ganzen Reihe, indem 1. keine einzige organische Reihe unendlich ist, und 2. jedes Endglied die Summe der die einzelnen Glieder trennenden Verhältnisse oder Differenzen oder Differentiale enthält und nicht ohne sie gedacht werden kann, während nur sehr wenig mathematische Reihen geschlossen sind und wenig Grössen als durch Reihenoperationen entstanden erkannt werden können. Die Entwickelungserscheinungen eines einzelnen organischen Körpers bieten uns daher eine Auf-

einanderfolge von einzelnen Zuständen dar, welche von der Einheit ausgehend um eine Constante differiren, um so zahlreicher werden, je genauer die Beobachtungen sind und deren Endglied die Summe dieser Constanten enthält. Wir haben also eine Reihe vor uns, und insofern die Differenz der einzelnen Glieder constant und einfach ist, eine einfache Reihe. Tritt Generationswechsel ein, so erleidet die Reihe nur insofern eine Veränderung, als an einzelnen Stellen derselben, die einfache constante Differenz sich zu einer selbstständigen Reihe erweitert, die wie jede organische von der Einheit ausgehn, also nicht unmittelbar am vorhergehenden Gliede, sondern an einem von diesem abhängigen keimfähigen materiellen Substrate beginnen muss. Die Einfachheit der Reihe ist also unterbrochen und letztere hängt nur durch die Identität des materiellen Substrates ihrer einzelnen Glieder mit der einfachen Reihe zusammen. Welchen Werth hat aber die eingeschobne Reihe? Ursprünglich den der constanten Differenz; insofern sie aber selbst aus einzelnen Gliedern besteht, die um eine bestimmte Differenz von einander abweichen, kann sie nicht mit letzterer, welche nur einen Theil ihrer selbst ausmacht, sondern nur mit der ersten, allgemeinen Reihe verglichen werden. Da sie nun mit dieser durch die Abhängigkeit des materiellen Substrates zusammenhängt, so haben wir in den Entwickelungserscheinungen eines Thieres mit z. B. zweimal auftretendem Generationswechsel, zwei Differenzirungsreihen, deren Endglieder in der allgemeinen Entwickelungsreihe des Thieres liegend, um so weiter von einander entfernt sind, je kleiner die erste Reihe ist (oder mit andern Worten, je geringere Individualität oder Selbstständigkeit das Endglied der ersten Reihe errungen hat), und von denen die erste nur soviel voraus hat, als durch die Prozesse der Furchung und Umhüllung gegeben ist. Gingen beide von gleichen Punkten der Ent-

wickelung aus, vom Eie, so würden sie nicht zu derselben individuellen Entwickelungsreihe gehören können.

Bevor ich jedoch weiter gehe, muss ich hier noch Folgendes einschalten:

Ich habe soeben der Zusammensetzung einer Reihe aus Gliedern gedacht; und wenn es auch bald einleuchtend sein dürfte, was als Glieder der einfachen kontinuirlichen Differenzirungsreihe zu betrachten sei, so bietet sich doch beim Generationswechsel, und zwar bei diesem noch mehr, als in der Entwickelungsreihe der gesammten organischen Schöpfung einige Schwierigkeit dar. Ich will also hier versuchen, den Begriff eines organischen Reihengliedes zu bestimmen, wie er in den drei verschiednen organischen Reihenformen meiner Ansicht nach zu fassen ist.

Ich habe oben erwähnt, dass man in der Mathematik eine Aufeinanderfolge gleichartiger Grössen eine Reihe zu nennen gewohnt ist. Die Glieder einer mathematischen Reihe also werden diese gleichartigen Grössen bilden, welche die steigende Differenz in sich tragen. In einer organischen Reihe geht nun auch eine gleichartige Grundlage durch alle Differenzirungen hindurch. Da aber diese einzelnen verschieden differenzirten Zustände theils wegen der Kleinheit und Feinheit der Substanz, theils wegen der stetigen kontinuirlichen Differenzirung um so zahlreicher werden, je feiner unsre Instrumente sind und je genauer die Untersuchungen angestellt werden, ja da sie des allmäligen fortschreitenden Entwickelns wegen fast unendlich sind, so können wir schon einzelne bestimmte Entwickelungszustände als einzelne Glieder der Reihe herausheben, sie wohl auch ihrer relativ grösseren oder geringeren Differenzirung nach über oder untereinanderstellen, es wird uns aber unmöglich bleiben, 1. ein einzelnes Glied als solches bestimmt zu bezeichnen und 2. die Zahl der Glieder, sowie ihre constante

Differenz allgemein anzugeben. Hierzu kommt noch, dass die Differenz selbst gleichfalls nur zwischen zwei in der Reihe weiter aus einander liegenden Gliedern erkannt werden kann, da sich nur die grobsinnlichsten Verhältnisse unsern blöden Sinnen darbieten und wir die animalische Seite eines organischen Körpers erst nach seinen Aeusserungen bestimmen können, ein einzelner Entwickelungszustand uns also immer ein Räthsel bleiben wird. Sollen also die Glieder einer individuellen organischen Differenzirungsreihe definirt werden, so lässt sich diess nur allgemein fassen und vielleicht so ausdrücken: dieselben werden gebildet von den einzelnen auf gleichartiger Grundlage beruhenden Entwickelungszuständen, wie sie sich mit stetig zunehmender Differenzirung der Beobachtung darbieten. Beim Generationswechsel nun wird aber die Stetigkeit der Differenzirung an einzelnen Punkten unterbrochen, und die Differenzirung sinkt wieder herab auf einen viel früheren Zustand. Das materielle Substrat bleibt wohl noch dasselbe, aber die entwickelungsfähigen Grundlagen ändern sich. Wird nun hierfür dieselbe Begriffsbestimmung eines organischen Reihengliedes gelten können, wie in der einfachen kontinuirlichen Reihe? Ganz gewiss. Man muss nur festhalten, dass im Generationswechsel eine allgemeine Entwickelungsreihe vorliegt, welche mehrere einzelne besondre Differenzirungsreihen einschliesst. Für jede einzelne dieser Reihen gilt ganz dasselbe von den Gliedern, wie für die Glieder der einfachen; aber für die ganze die Erscheinungen des Generationswechsels einschliessende Entwickelungsreihe tritt für die obige Definition eine Aenderung im Umfange des Begriffs „Entwickelungszustand" ein. Jede einzelne Reihe bietet hier einen solchen dar, und hierfür gilt dann wieder die oben gegebne Bestimmung des Begriffs „Glied." Wir haben also in der Differenzirungsreihe eines Eies, welches Generationswechsel erleidet, besondere Diffe-

renzirungsreihen mit ihren Endgliedern als Reihenglieder auftretend, während die besondern eingeschaltnen Reihen, wie jede einfache, unendlich viel Glieder haben. Man sieht leicht, wie analog die Erscheinungen in der allgemeinen Schöpfungsreihe sind, wenn man nur die vollendeten Thierformen betrachtet, und man wird leicht verleidet, eben die einzelnen Thierformen als Reihenglieder anzusehen. Doch ist diess aus mehreren Gründen unstatthaft. Wie nämlich K. E. v. Bär sagt, dass das Allgemeine sich im Embryo zunächst ausbilde, so würde man noch eher die embryonale Anlage des Thieres als Reihenglied der ganzen Schöpfungsreihe hinstellen können, als das mit so vielen Specialitäten behaftete ausgebildete Thier. Aber auch diess Moment hat noch nicht Allgemeinheit genug, um in der unendlichen Mannichfaltigkeit der organischen Natur als Reihenglied auftreten zu können, und, was die Hauptsache ist, es ist diess nur die formelle Seite der Entwickelung. Ich definirte aber oben den Typus als eine Idee (oder Kraft etc.), sowohl den speciellen, als den allgemeinen; und wie eine Idee die ganze Reihe beherrscht, so wird auch jedes einzelne Reihenglied unter der Herrschaft einer Idee stehen müssen (nach v. Bär: Wesenheit der zeugenden Thierform). Wie nun in morphologischer Beziehung das typische embryonale Lagerungsverhältniss der organischen Elemente und Organanlagen dem Begriff eines Gliedes der allgemeinen Schöpfungsreihe am Nächsten kömmt, so wird der Typus selbst den Begriff eines solchen Gliedes vollständig ausfüllen. Ich werde sehen, ob diess mit meiner oben gegebnen Definition eines Reihengliedes übereinkömmt. Jedes Glied soll ein Entwickelungszustand sein. Wenn die ganze organische Schöpfung sich nach der Idee der Menschwerdung entwickelt, so wird der menschliche Typus in der Schöpfungsreihe selbst mit begründet sein müssen, d. h. es wird jeder einzelne in derselben auftretende

Typus mehr oder weniger Menschliches an sich tragen müssen, je nach seiner relativ höheren oder tieferen Stellung; ebenso aber wird der Mensch als Endglied der ganzen Reihe die Summe aller Differenzirungen in sich vereinigen müssen. Dass diess der Fall ist, beweisen die Handbücher der vergleichenden Anatomie und Psychologie und die vergleichende Entwickelungsgeschichte zur Genüge; die einzelnen Typen werden also Entwickelungszustände sein. Ferner sollen diese Entwickelungszustände auf gleichartigen Grundlagen beruhn. Wie der Typus der allgemeinen Schöpfungsreihe auf der Idee beruht, auf der Reihe der selbstständigen organischen Wesen den Menschen zu bilden, so ist eben diese Selbstständigkeit das Ziel jeder organischen Differenzirung; es wird also nicht allein jede keimfähige Grundlage nach Selbstständigkeit streben, sondern auch, wie ich schon oben bemerkt, jeder Typus wird von der Idee der Selbstständigmachung beherrscht werden. Da nun diese Idee ebenso im menschlichen Typus selbst', wie im Echinodermentypus u. s. w. begründet ist, so lässt sich wohl nicht zweifeln, dass dies ein durchgreifendes Princip jeder organischen Entwickelung sei, oder mit andern Worten, dass jeder einzelne Entwickelungszustand der allgemeinen organischen Schöpfungsreihe dieselbe gleichartige Grundlage habe.

Ist es also wahr, dass die einzelnen Glieder einer speciellen Differenzirungsreihe von den einzelnen auf gleichartigen Grundlagen beruhenden Entwickelungszuständen gebildet werden, so ist wohl eben so wahr, dass die einzelnen Glieder der allgemeinen organischen Schöpfungsreihe durch die einzelnen Typen dargestellt werden. Und diese Differenzirungsreihe zur klaren Anschauung zu bringen, sollte das Ziel jeder Naturforschung sein, insofern der Mensch als Endglied der ganzen Reihe die Summe der Differenzen sämmtlicher Typen in sich vereinigt. Wir haben also in der

Dignität der Glieder einer Differenzirungsreihe folgende Fortschreitung: in einer einfachen kontinuirlichen Reihe sind es die einzelnen Entwickelungszustände, in einer allgemeinen kontinuirlichen (mit Generationswechsel) die einzelnen besondern Differenzirungsreihen, endlich in der Differenzirungsreihe der gesammten organischen Schöpfung die einzelnen Differenzirungstypen. Und wer weiss, ob nicht in dem gesammten Weltall die Differenzirungsreihe unsrer ganzen organischen Schöpfung wieder als ein unbedeutendes Glied einer noch grösseren Reihe auftritt!

Fragen wir, was ist bis jetzt zur Aufklärung dieser Verhältnisse gethan, und welche Aussichten hat die Entwickelungsgeschichte nach dieser Seite hin? so müssen wir allerdings gestehn, dass wir noch weit, sehr weit vom Ziele sind. Indessen ist noch eine tröstende Hoffnung vorhanden. Wie ich oben zeigte, dass sich die Natur des morphogenetischen Typus als Mittel bediene, den individuellen Typus zu realisiren, so ist umgekehrt für uns der morphologische Theil der Entwickelung ein Schlüssel zu dem tiefer liegenden Reiche der Ideen oder Gesetze oder typischen Kräfte. Es wird also das nächste Ziel der Entwickelungsgeschichte immer noch die Kenntniss der formellen Typen der Natur sein und heil! unsrer Wissenschaft, wenn sie hier bald zu klaren Einsichten gelangte. Den Anfang hierzu haben v. Bär in den herrlichen Scholien zu seiner Entwickelungsgeschichte der Thiere und Reichert in den erwähnten 44 Seiten und seinen Beiträgen zur Kenntniss des Zustandes der heutigen Entwickelungsgeschichte gemacht. — Doch zurück zum Generationswechsel.

Ich zeigte oben, dass die einzelnen Differenzirungsreihen einer allgemeinen kontinuirlichen Entwickelungsreihe nicht von

demselben Punkte der Entwickelung ausgingen, während die besondern Reihen der organischen Schöpfung alle einen gleichen Ausgangspunkt, das befruchtete Ei, haben. Während also beim Generationswechsel die Reihen auch in ihren Grundlagen fortschreiten, bleibt in der unterbrochnen Differenzirungsreihe letztere dieselbe. Auf der andern Seite bleibt in ersterer das materielle Substrat dasselbe, während in letzterer diess nicht allein mit den Typen, als ihren einzelnen Gliedern, sondern in jeder besondern Reihe wechselt. Dies hängt eng zusammen mit der ganzen Natur der hier angeführten Reihe; denn die einfache und allgemeine kontinuirliche Reihe stehen unter dem Einfluss einer Individualität, während bei der unterbrochenen Reihe der Schöpfung nicht allein jede neue Stufe der vorigen in Hinsicht auf das materielle Substrat heterogen ist, sondern besonders das Endglied zwar nothwendig, aber doch scheinbar sprungweise[1]) auf die Glieder der nächst niederen Reihen folgt. Und hierzu bildet der Generationswechsel den Uebergang. Denn nicht allein, dass hier in der Entwickelungsreihe eines Thieres mehrere besondere Reihen auftreten, welche nach Abzug der der Individualität gehörigen Prozesse der Furchung und Umhüllung von gleichen keimfähigen Grundlagen ausgehn, so sind auch die Endglieder dieser Reihen den einzelnen Gliedern der andern Reihen so heterogen, dass man nur in der gesetzmässigen Aufeinanderfolge, sowie in der Harmonie des endlichen Resultates eine Erklärung hierzu findet.

Aber nicht bloss hierin äussert sich die vermittelnde Function des Generationswechsels, er hat nach den weiter oben angeführten Thatsachen auch noch die formelle Aufgabe, die

---

1) Dieser Sprung erklärt sich wohl daraus, dass wir von dem Selbstbewusstsein der nächst niedern Glieder nur eine sehr mangelhafte Vorstellung zu erlangen im Stande sind.

einzelnen formellen Typen mit einander zu verbinden. Wenn wir nämlich die Typen sämmtlicher Thiere klassificiren wollen, so treten uns, wie ich schon im ersten Abschnitte anführte, zwei grosse Hauptformen entgegen, die seitlich symmetrische und die radiär oder central symmetrische. Zur erstern gehören ausser den Wirbel- und Kerbthieren noch die Mollusken und Würmer, zur letztern alle noch übrigen Thierklassen (mit Ausnahme der Infusorien, welche ich überhaupt vorläufig bei einer allgemeinen Betrachtung des Thierreiches ausschliessen möchte). Wie ich aber oben besonders nach den Beobachtungen von Joh. Müller angeführt habe, erleiden die höchsten Thiere des radiären Typus, die Echinodermen einen Generationswechsel, die Individuen werden von Ammen gross gezogen. Diese Ammen nun sind bilateral gebaut, während die Ammen der nächst niederen Strahlthiere, der Medusen und Polypen, wie die ausgebildeten Thiere radiale Symmetrie besitzen. Zwischen den beiden formellen Haupttypen stehn also die Echinodermenammen als vermittelndes Glied dazwischen. Es ist diess allerdings nur eine formelle Auffassung der typischen Erscheinungen, aber an diese müssen wir uns, wie schon bemerkt, zunächst halten.

Eine fernere interessante Uebereinstimmung zwischen dem Generationswechsel und der organischen Schöpfungsreihe bieten uns noch diejenigen Erscheinungen dar, wo er seiner typischen Bedeutung untreu geworden nur als eine besondere Form der Brutpflege auftritt. Während bei dem typischen Vorgang die zwischenliegenden Generationen nach Hervorbringung der neuen untergehn, persistiren sie bei der Brutpflege meistentheils. In der organischen Schöpfung nun haben wir gar viele Generationen, bis das Endglied gebildet wird; diese Generationen persistiren aber. Es liegt also wohl nahe, die besondern Differenzirungsreihen nicht bloss als ammenden, denn

dann müsste das materielle Substrat dasselbe sein, wohl aber als brupflegenden Generationen angehörig zu betrachten. Wie also der Mensch formell und geistig durch die Entwickelung der ganzen Thierreihe vorbereitet wird, so dient ihm umgekehrt das Vorhandensein der Individuen des Thierreiches als brutpflegende Unterstützung. Wir finden also im Generationswechsel alles das wieder, was eine Betrachtung der gesammten organischen Schöpfung im Grossen zeigt, natürlich nur in kleinstmöglichen Zahlen, und Grössenverhältnissen.

Was nun eine graphische Darstellung der unterbrochnen Differenzirungsreihe anlangt, so möchte ich Reichet's Weise festhalten:

α (A)
β (a, A')
γ (a, a', A'')
δ (a, a', a'', A''')
. . . .
. . . .

Indessen möchte ich die Bezeichnungen anders erklären. Reichert will nämlich durch das Hinzufügen der griechischen Buchstaben die Eigenthümlichkeit jeder Species ausdrücken, während das Untereinanderstehn der einzelnen Reihen die Unabhängigkeit hinsichtlich des materiellen Substrates bezeichnen soll. Wie ich aber die Glieder der allgemeinen unterbrochnen Differenzirungsreihe aufgefasst habe, kommt hierbei das specifisch Eigenthümliche gar nicht in Betracht, während das Wichtigste die Unabhängigkeit der materiellen Grundlage ist. Auf diese letztere beziehe ich die vorgesetzten verschiednen Buchstaben, während die eigentlichen Reihen von gleichen Punkten, a, dem befruchteten Eie ausgehn.

So gut ich nun fühle, wie lückenhaft das Vorstehende ist, so weiss ich doch, dass ich Alles berücksichtigt habe,

was zur Aufklärung der Erscheinungen des Generationswechsels beitragen kann. Und wenn ich jetzt diese wenigen Zeilen schliesse, so ersuche ich den Leser, Nachsicht zu haben, wenn mich mein Gegenstand von der gewöhnlichen Anschauungsweise zu weit fortgerissen hat. Aber die Liebe macht blind, warum nicht auch die Liebe zu einem vorzugsweise gern beobachteten Vorgange der herrlichen Natur!

Erklärungen zu den Tafeln.

Tafel 1.

Fig. 1 — 7. stellt die Entwickelung der Ammen von Cercaria armata dar. Fig. 1 — 6. bei 200maliger Vergrössorung, Fig. 7. bei 150facher.

Fig. 8 — 13. zeigt die Entwickelung der Cercaria selbst, Fig. 8, 9, 10, und 13. bei 200 maliger, Fig. 11. und 12. bei 150 maliger Vergrösserung. Fig. 1. a. Darmkanal, b. hinteres Auswurfsorgan, c. kleines blasenförmiges mit dem Schwanzkanal zusammenhängendes Organ.

Fig. 14. Eine Zerkarie, welche Anstrengungen macht, ihren Schwanz abzuschleudern, 200 Mal vergrössert.

Fig. 15. und 16. Zwei verpuppte Zerkarien, bei 150 und 200 facher Vergrösserung.

Tafel 2.

Fig. 1 — 7. Ammenentwickelung einer Aphide. Fig. 1. und 2. 200 Mal, 3 — 5. 150 Mal, und 6. und 7. 50 Mal vergrössert.

Fig. 8. Embryonale Anlage der Genitalien eines weiblichen Aphisindividuum, 150 Mal vergrössert, a. Eierstocksröhren, b. Eierleiter, c. Receptaculum seminis.

Fig. 9 — 13. Ein Ei einer Aphide in seiner Entwickelung; Fig. 9 — 12. 200 Mal, Fig. 13. 150 Mal vergrössert; vergl. den Text.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

